



UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária

**REDUÇÃO DO TEOR DE SÓDIO EM FIAMBRE. IMPLICAÇÕES  
TECNOLÓGICAS, ORGANOLÉPTICAS E DE PRAZO DE VALIDADE**

RICARDO JORGE SILVÉRIO ORVALHO

**CONSTITUIÇÃO DO JÚRI:**

Doutor José António Mestre Prates  
Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira  
Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza  
Dr. Armindo Carrasco Lourenço

**ORIENTADOR**

Dr. Armindo Carrasco  
Lourenço

**CO-ORIENTADORA**

Doutora Marília Catarina  
Leal Fazeres Ferreira

2010  
LISBOA

---





UNIVERSIDADE TÉCNICA DE LISBOA  
Faculdade de Medicina Veterinária

**REDUÇÃO DO TEOR DE SÓDIO EM FIAMBRE. IMPLICAÇÕES  
TECNOLÓGICAS, ORGANOLÉPTICAS E DE PRAZO DE VALIDADE**

RICARDO JORGE SILVÉRIO ORVALHO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

**CONSTITUIÇÃO DO JÚRI:**

Doutor José António Mestre Prates  
Doutora Marília Catarina Leal Fazeres Ferreira  
Doutora Maria João dos Ramos Fraqueza  
Dr. Armindo Carrasco Lourenço

**ORIENTADOR**

Dr. Armindo Carrasco  
Lourenço

**CO-ORIENTADORA**

Doutora Marília Catarina  
Leal Fazeres Ferreira

2010  
LISBOA

---

## **Agradecimentos**

Concluída a dissertação de mestrado, desejo manifestar o meu reconhecimento a todos os que contribuíram para a sua realização.

À empresa “Sapropor, Produtos Alimentares, S.A.”, pela forma como colocou à disposição todos os meios técnicos e humanos necessários à realização deste trabalho.

Ao Dr. Armindo Lourenço, orientador deste projecto, pela transmissão de conhecimentos, pelas indicações e conselhos prestados e pela atenção que me dispensou.

À Professora Doutora Marília Ferreira, co-orientadora, pelo seu apoio imprescindível, pela competência, generosidade e disponibilidade que demonstrou em todos os momentos.

Às Engenheiras Paula Ferreira e Fátima Fernandes do Departamento de Qualidade da Sapropor, Produtos Alimentares, S.A., pela grande disponibilidade, orientação e simpatia manifestadas durante o estágio.

Às Engenheiras Maria José Fernandes e Helena Fernandes do laboratório de Tecnologia da Faculdade de Medicina Veterinária, pela transmissão de conhecimentos técnicos indispensáveis à execução da parte experimental deste trabalho e pela simpatia com que me acolheram.

Ao Sr. Rui Oliveira, ao Nuno Faísca, ao Paulo Almeida, à Selene Duarte e à Joana Mendes da Sapropor, Produtos Alimentares, S.A., pela simpatia, camaradagem, amizade e apoio que demonstraram durante o estágio.

À Professora Doutora Maria João Fraqueza, pela disponibilidade e auxílio prestado na parte experimental do trabalho, em particular no tratamento estatístico dos dados.

Aos amigos e colegas que de algum modo contribuíram para a realização deste projecto, com destaque para o David Lopes, Tiago Oliveira e Miguel Matos, pelo apoio, amizade e incentivo à concretização deste trabalho.



## **Resumo**

A crescente preocupação dos consumidores em realizar uma alimentação mais saudável tem-se traduzido numa cada vez maior procura de géneros alimentícios mais saudáveis, com adição de substâncias com efeitos benéficos e/ou diminuição de ingredientes e aditivos prejudiciais para a saúde. Devido ao seu consumo excessivo e consequências cardiovasculares associadas, o sódio é um dos aditivos mais visados nesta perspectiva.

Este projecto tinha por objectivo a formulação de um fiambre com teor reduzido de sódio e a avaliação das repercussões dessa redução quer ao nível sensorial quer em termos de resultados obtidos em análise microbiológica e físico-química. A redução do teor de sódio foi alcançada através da sua substituição parcial por cloreto de potássio, o substituto de sal mais utilizado na indústria de produtos cárneos. Para avaliar as consequências organolépticas da adição de cloreto de potássio os testes fabricados foram submetidos a análise sensorial por um painel de 20 provadores. A avaliação dos efeitos que esta substituição teve ao nível da estabilidade microbiológica do produto foi efectuada através de análises microbiológicas e físico-químicas, e respectivo tratamento estatístico dos dados obtidos.

Segundo os resultados obtidos no decorrer do estudo foi possível verificar que a substituição parcial de cloreto de sódio por cloreto de potássio no fabrico de fiambre, apesar de apresentar algumas limitações tecnológicas e alterações organolépticas, que acabaram por ser consideradas imperceptíveis pelo grupo de provadores, não interfere com a estabilidade microbiológica do produto durante o período de validade comercial.

**Palavras-chave:** Sódio; Potássio; Fiambre; Aspectos tecnológicos, organolépticos e microbiológicos.



## **Abstract**

Consumer's growing concern in a healthier diet has increase the search for healthier food products, with the addition of substances that benefit human health or reduction of certain prejudicial ingredients or additives. Sodium is one of the main ingredients targeted in this perspective, due to the cardiovascular consequences associated with its highly intake.

This project had the objective of producing a low sodium cooked ham, evaluating the consequences of this reduction with a sensorial test, microbiological and physicochemical analysis. Due to its important functions in the manufacturing of meat products, the reduction of sodium content could result in organoleptic, technological and shelf-life consequences. Potassium chloride is one of the most frequently used salt substitutes in the meat industry. However, the addition of potassium results in a bitter/metallic taste of the final product, and because of that, the most viable solution is to partially replace the sodium instead of completely removing it from the products composition. The consequences of the addition of potassium chloride were evaluated by a sensory panel, microbiological and physicochemical analysis.

With the results obtained in this study we were able to conclude that the replacing part of the sodium content with potassium in cooked ham, despite some technological difficulties and organoleptic changes, considered imperceptible by the sensory panel, ensures microbiological stability of the product.

**Keywords:** Sodium; Potassium; Cooked ham; Organoleptic, technological and microbiological aspects.





## Índice Geral

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	I
<b>RESUMO</b> .....	II
<b>ABSTRACT</b> .....	III
<b>ÍNDICE GERAL</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE QUADROS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	3
2.1 PRESERVAÇÃO DA CARNE: BREVE NOTA HISTÓRICA .....	3
2.2 PRODUTOS CÁRNEOS E SUA CLASSIFICAÇÃO .....	3
2.3 FIAMBRE: DEFINIÇÃO E CARACTERÍSTICAS .....	4
2.4. REDUÇÃO DE SÓDIO: UM DESAFIO NA INDÚSTRIA DE PRODUTOS CÁRNEOS .....	5
2.4.1. Carne e derivados como parte de uma alimentação saudável .....	5
2.4.2. O sódio na carne e produtos cárneos .....	6
2.4.2.1 Implicações da redução de sódio a nível organoléptico .....	7
2.4.2.2 Implicações da redução de sódio a nível tecnológico .....	8
2.4.2.3 Implicações da redução de sódio ao nível da estabilidade microbiológica e período de vida útil do produto .....	8
2.4.3. Reformulação de produtos cárneos .....	9
<b>2.5. FIAMBRE: INGREDIENTES E ADITIVOS</b> .....	11
2.5.1 A CARNE COMO MATÉRIA-PRIMA .....	11
2.5.1.1 Tecido Muscular .....	11
2.5.1.1.1 Organização das fibras musculares esqueléticas .....	11
2.5.1.1.2 Mecanismo de contracção muscular .....	13
2.5.1.1.3 Composição química do músculo .....	13
2.5.1.1.4 Transformação de músculo em carne .....	14
2.5.1.1.5 Maturação da carne .....	14
2.5.1.2 Selecção e preparação da matéria-prima .....	14
2.5.1.3 Carnes PSE (pale, soft, exudative) .....	15
2.5.1.4 Carnes DFD (dry, firm, dark) .....	17
2.5.2 INGREDIENTES .....	18
2.5.2.1 Água .....	19
2.5.2.2 Sal .....	20
2.5.2.2.1 Cloreto de sódio .....	20
2.5.2.2.2 Cloreto de potássio .....	21
2.5.2.3 Açúcares .....	22
2.5.2.3.1 Dextrose .....	22
2.5.3 ADITIVOS .....	22
2.5.3.1 Antioxidantes .....	23
2.5.3.1.1 Ascorbato e eritorbato de sódio .....	23
2.5.3.2 Carragenato .....	24
2.5.3.3 Fosfato .....	26
2.5.3.4 Conservantes .....	27
2.5.3.4.1 Nitrito de Sódio .....	27
2.5.3.4.1.1 Mecanismo de formação da cor .....	28
2.5.3.4.1.2 Alterações da cor .....	30



2.5.3.4.1.3 Toxicidade dos nitritos.....	31
<b>2.6. PROCESSO TECNOLÓGICO .....</b>	<b>33</b>
2.6.1 PREPARAÇÃO DA SALMOURA .....	33
2.6.2 PICAGEM .....	33
2.6.3 MASSAGEM .....	34
2.6.4 ENCHIMENTO .....	36
2.6.5 PROCESSAMENTO TÉRMICO .....	38
2.6.5.1 Desenvolvimento de propriedades organolépticas e estabilidade microbiológica	39
2.6.5.1.1 Estabilização da estrutura muscular – textura .....	39
2.6.5.1.2 Formação do flavour e aroma .....	39
2.6.5.1.3 Estabilização da cor .....	39
2.6.5.1.4 Estabilidade microbiológica .....	40
2.6.5.2 Métodos de Cozedura.....	40
2.6.5.2.1 A temperatura constante .....	40
2.6.5.2.2 Passo-a-passo.....	40
2.6.5.2.3 Delta T ( $\Delta T$ ) .....	41
2.6.5.3 Arrefecimento.....	41
2.6.6 TRANCHAGEM .....	42
2.6.7 EMBALAGEM.....	43
<b>3. IMPLICAÇÕES DA REDUÇÃO DE SÓDIO NO FIAMBRE .....</b>	<b>47</b>
3.1 JUSTIFICAÇÃO DOS OBJECTIVOS PROPOSTOS.....	47
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>49</b>
4.1 FORMULAÇÃO DA SALMOURA .....	49
4.2 FABRICO DO FIAMBRE .....	51
4.2.1 Implicações tecnológicas da substituição do cloreto de sódio .....	54
4.3 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS .....	55
4.3.1 Preparação da amostra.....	56
4.3.2 Contagem de microrganismos psicrotróficos .....	56
4.3.3 Contagem de Enterobactereacea .....	56
4.3.4 Contagem de bactérias ácido-lácticas .....	56
4.3.5 Pesquisa de Listeria monocytogenes .....	57
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	57
4.4.1 Determinação do pH.....	57
4.5 ANÁLISE SENSORIAL .....	57
4.6 AVALIAÇÃO ORGANOLÉPTICA .....	59
4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	60
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>61</b>
5.1 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS.....	61
5.1.1 Pesquisa de Listeria monocytogenes .....	61
5.1.2 Contagem de Enterobactereaceae.....	61
5.1.3 Contagem de bactérias ácido-lácticas .....	62
5.1.4 Contagem de microrganismos psicrotróficos .....	64
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS .....	66
5.2.1 Determinação do pH.....	66
5.3 AVALIAÇÃO ORGANOLÉPTICA.....	68
5.4 ANÁLISE SENSORIAL .....	70
5.4.1 Interpretação dos Resultados.....	70
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>73</b>



## Índice de Quadros

<b>Quadro 1</b> – Classificação de produtos cárneos .....	3
<b>Quadro 2</b> – Necessidades diárias de sódio .....	6
<b>Quadro 3</b> – Ingestão adequada (IA) e o limite superior tolerável de ingestão (LSTI) .....	7
<b>Quadro 4</b> – Graus de dureza da água. ....	19
<b>Quadro 5</b> – Diferenças entre os três tipos de carragenato. ....	25
<b>Quadro 6</b> – Fórmula base da salmoura.....	49
<b>Quadro 7</b> – Fórmula para o controlo e testes 1 e 2. ....	50
<b>Quadro 8</b> – Fórmula do teste 3. ....	50
<b>Quadro 9</b> – Calendário das análises microbiológicas, físico-químicas e organolépticas. ....	55
<b>Quadro 10</b> – Número mínimo de respostas correctas necessário para estabelecer nível de significância. ....	59
<b>Quadro 11</b> – Contagens de bactérias ácido-láticas (log ufc/g) durante a 1ª avaliação do período de validade. ....	62
<b>Quadro 12</b> – Contagens de bactérias ácido-láticas (log ufc/g) durante a 2ª avaliação do período de validade. ....	63
<b>Quadro 13</b> – Contagens de microrganismos psicrotróficos (log ufc/g) durante a 1ª avaliação do período de validade. ....	64
<b>Quadro 14</b> – Contagens de microrganismos psicrotróficos (log ufc/g) durante a 2ª avaliação do período de validade. ....	65
<b>Quadro 15</b> – Determinações do valor de pH no teste e controlo durante a 1ª avaliação do período de validade. ....	66
<b>Quadro 16</b> – Determinações do valor de pH no teste e controlo durante a 2ª avaliação do período de validade. ....	67
<b>Quadro 17</b> – Avaliação organoléptica comparativa do teste em relação ao controlo durante a 1ª avaliação do prazo de validade.....	68
<b>Quadro 18</b> – Avaliação organoléptica comparativa do teste em relação ao controlo durante a 2ª avaliação do prazo de validade.....	69
<b>Quadro 19</b> – Resultados da análise sensorial a cada um dos testes. ....	70
<b>Quadro 20</b> – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 1ª semana das avaliações do período de validade. ....	81
<b>Quadro 21</b> – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 2ª semana das avaliações do período de validade. ....	81
<b>Quadro 22</b> – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 3ª semana das avaliações do período de validade. ....	81
<b>Quadro 23</b> – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 4ª semana das avaliações do período de validade. ....	82
<b>Quadro 24</b> – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 5ª semana da 2ª avaliação do período de validade. ....	82
<b>Quadro 25</b> – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 6ª semana da 2ª avaliação do período de validade. ....	82



## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> – Esquema representativo da estrutura muscular.....	12
<b>Figura 2</b> – Decréscimo do pH pós-morte em carne de porco normal e PSE.....	16
<b>Figura 3</b> – Decréscimo do pH pós-morte em carne de porco normal e DFD.....	18
<b>Figura 4</b> – Dissociação do ácido nítrico.....	29
<b>Figura 5</b> – Redução do nitrito a óxido nítrico por acção do ácido ascórbico. ....	29
<b>Figura 6</b> – Esquema representativo da acção de uma picadora industrial.....	34
<b>Figura 7</b> – Braços de uma misturadora industrial. ....	34
<b>Figura 8</b> – Bombo de massagem.....	35
<b>Figura 9</b> – Esquema representativo de massagem por queda.....	35
<b>Figura 10</b> – Enchedora a vácuo.....	37
<b>Figura 11</b> – Picadora industrial. ....	51
<b>Figura 12</b> – Misturadora a vácuo. ....	51
<b>Figura 13</b> – Enchedora a vácuo.....	52
<b>Figura 14</b> – Estufa. ....	52
<b>Figura 15</b> – Diagrama de fabrico do fiambre de acordo com o processo descrito. ....	53
<b>Figura 16</b> – Evolução das contagens de bactérias ácido-lácticas no controlo e teste, durante a 1ª avaliação do período de validade. ....	63
<b>Figura 17</b> – Evolução das contagens de bactérias ácido-lácticas no controlo e teste, durante a 2ª avaliação do período de validade. ....	63
<b>Figura 18</b> – Evolução de microrganismos psicrotróficos no controlo e teste, durante a 1ª avaliação do período de validade. ....	64
<b>Figura 19</b> – Evolução de microrganismos psicrotróficos no controlo e teste, durante a 2ª avaliação do período de validade. ....	65
<b>Figura 20</b> – Evolução do pH no teste e controlo durante a 1ª avaliação de período de validade. ....	67
<b>Figura 21</b> – Evolução do pH no teste e controlo durante a 2ª avaliação de período de validade. ....	67
<b>Figura 22</b> – Resultados da determinação de sódio do controlo por fotometria de chama.....	83
<b>Figura 23</b> – Resultados da determinação de sódio do teste 3 por fotometria de chama.....	84
<b>Figura 24</b> – Ficha de resposta utilizada nos testes duo-trio.....	85
<b>Figura 25</b> – Ficha técnica da mistura de gases utilizada nas embalagens de atmosfera modificada....	86
<b>Figura 26</b> – Informação técnica do substituto SOLO®.....	87
<b>Figura 27</b> – Ficha técnica do Pentafos P. ....	88
<b>Figura 28</b> – Ficha técnica do STPP. ....	89





## **1. Introdução**

Os consumidores sempre mostraram enormes preocupações relacionadas com a qualidade e a segurança dos géneros alimentícios, assim como a forma como estes afectam directamente a sua saúde e qualidade de vida. Esta crescente preocupação tem-se traduzido numa procura cada vez maior de produtos alimentares saudáveis, cuja quantidade de aditivos prejudiciais para a saúde é reduzida ou mesmo eliminada da sua constituição. Os ingredientes e aditivos mais visados nesta perspectiva são os nitritos e nitratos, pois podem originar compostos cancerígenos, a gordura, sobretudo a hidrogenada, e o sal, pelas consequências cardiovasculares associadas ao seu consumo excessivo.

O fiambre é um produto cárneo muito apreciado na Europa que não escapa a esta crescente onda de exigência muito pelo grande impacto a nível económico que tem em diversos países. Apesar de contar com ingredientes como o sal e aditivos como o nitrito de sódio na sua constituição o fiambre foi sempre considerado um produto saudável e parte importante da alimentação. Porém, a crescente procura por alimentos menos prejudiciais para a saúde que se impôs no mercado pode afectar seriamente a indústria de produtos cárneos, em particular do fiambre, tornando-se a reformulação deste tipo de produto um cenário cada vez mais eminente.

Este trabalho teve por objectivo a formulação de fiambre com uma redução importante da concentração de sódio e consequente avaliação das consequências dessa alteração, do ponto de vista tecnológico, nomeadamente ao nível da textura e rendimento final do produto e também das interacções entre ingredientes durante o seu fabrico; do ponto de vista organoléptico, tentando evitar que uma redução/ substituição do sal afecte as características sensoriais do produto; e de prazo de validade, visto que o sal desempenha uma importante função como conservante, e quantidades mais baixas do mesmo podem resultar num período de vida útil mais reduzido.

Devido à grande variedade de ingredientes, aditivos e processos que podem ser utilizados no fabrico do fiambre, a revisão bibliográfica deste trabalho irá abordar apenas os componentes que fizeram parte do projecto em questão.



## 2. Revisão Bibliográfica

### 2.1 Preservação da carne: breve nota histórica

Os derivados da carne ou carnes processadas são provavelmente resultado da necessidade do Homem em preservar alimentos. A tecnologia de preservação da carne é conhecida desde a Idade Antiga, ou Antiguidade, fruto das grandes limitações em arranjar mantimentos durante os Inversos rigorosos. Assim quando um animal era caçado, a carne que não era aproveitada de imediato era conservada para poder ser consumida mais tarde. Diz-se que esta tecnologia foi o segredo que permitiu ao exército romano conquistar a maior parte da Europa Ocidental, Oriente Médio e costa de África, pois possibilitou a produção de mantimentos que facilitavam a deslocação das tropas. De facto, a diminuição do  $a_w$ , pode ser considerada como um dos modos de preservação mais antigo que existe. A diminuição do  $a_w$  era obtida por salga (imersão em salmoura ou esfregando a superfície da carne com cristais de sal grosseiros) e/ou secagem (Vandendriessche, 2008).

### 2.2 Produtos cárneos e sua classificação

Segundo Vandendriessche (2008), os produtos cárneos podem ser classificados em quatro categorias, apresentadas no Quadro 1.

**Quadro 1** – Classificação de produtos cárneos transformados (adaptado de Vandendriessche, 2008)

	Músculo Inteiro	Carne picada
Com tratamento térmico	I - Fiambre cozido	II - Merenda de Carne
Sem tratamento térmico	III - Presunto Curado	IV - Salsichas

A maioria dos produtos processados de carne que existem no mercado encaixa numa destas quatro categorias. Considera-se que os produtos sujeitos a tratamento térmico durante o seu processamento atingem temperaturas superiores a 50 °C no seu âmago, ao contrário dos que não são submetidos a este tipo de tratamento, nos quais a temperatura se mantém abaixo do valor indicado e não há indício de qualquer tipo de desnaturação de proteínas miofibrilhares da carne induzida pelo calor. A diferença entre músculo inteiro e carne picada é mais complicada, pois apesar de produtos como o presunto ibérico e patê de fígado não levantarem qualquer dúvida em relação a que grupo pertencem, existem casos em que a

classificação não é tão clara, como o fiambre feito a partir de carne picada, situado algures entre as categorias I e II. Nas categorias I e II, a tecnologia de preservação é essencialmente o tratamento térmico, que contribui para a destruição de microrganismos patogénicos e seus esporos. Os produtos das categorias III e IV têm um tempo de vida útil mais extenso devido a valores de  $a_w$  muito baixo obtidos por salga e secagem, ou efeito combinado da diminuição dos valores de  $a_w$  e pH (fermentação) (Vandendriessche, 2008).

### 2.3 Fiambre: definição e características

O fiambre é um dos produtos cárneos mais populares e apreciados na Europa, podendo ser consumido tal qual ou após tratamento culinário, sendo parte integrante de vários pratos tradicionais de diversos países (Válková, Saláková, Butchová & Tremlová, 2007).

Segundo a norma portuguesa NP 4393 (2001), entende-se por fiambre o produto à base de carne, preparado exclusivamente a partir de carne de porco, salmourada, prensada ou não em moldes e posteriormente submetida a tratamento térmico. A classificação em fiambre da perna superior, da perna, da perna extra, da pá ou corrente, está dependente das peças de carne utilizadas e dos ingredientes facultativos que lhe são adicionados. Consideram-se ingredientes essenciais a carne de porco, água potável, gelo e sal refinado; e ingredientes facultativos (dependendo da classificação do fiambre) açúcares, aromas, aditivos, geleias de cobertura e proteínas cárneas e não cárneas. A percentagem mínima de proteína para fiambre da perna é de 14%. Deve apresentar ao corte uma superfície levemente húmida, de cor rosada mais ou menos intensa, de textura compacta de forma a permitir a separação em fatias finas, com cheiro e sabor característicos. Comercialmente pode apresentar-se sob a forma de bloco com diversas configurações ou sob a forma de fatias. Nos fiambres da pá, perna, perna superior e perna extra a estrutura muscular deve ser macroscopicamente identificável (NP 4393, 2001).

A qualidade do fiambre é influenciada por vários factores, sendo um dos mais importantes a tecnologia utilizada no seu fabrico – composição e quantidade de salmoura injectada ou adicionada, programa de massagem, tempo e temperatura atingida durante o processamento térmico e arrefecimento (Válková *et al.*, 2007).

Segundo Frey (1995), a caracterização do fiambre compreende especificações tecnológicas com influência nas suas características organolépticas, tais como:

- Cor rosada e estável durante o período de conservação, sem descolorações nem aparecimento de tonalidades verdes num curto espaço de tempo;
- Consistência tenra e succulenta;

- Reduzida quantidade de tecido adiposo intramuscular;
- Ausência de sulcos e orifícios e ponteados de sal;
- Boa capacidade de conservação, contando o período de refrigeração em casa do consumidor;
- Bom rendimento de fabrico.

No fabrico do fiambre é preciso ter em conta critérios directamente relacionados com a aceitação do produto pelo consumidor, como o sabor, consistência, estabilidade da cor e capacidade de conservação. Para satisfazer em todos os aspectos quer o fabricante, quer o consumidor, é indispensável uma boa selecção da matéria-prima, correcta utilização de aditivos e boas práticas de higiene e de fabrico (Frey, 1995).

## **2.4. Redução de sódio: um desafio na indústria de produtos cárneos**

### **2.4.1. Carne e derivados como parte de uma alimentação saudável**

Os consumidores sempre atribuíram grande importância a todos os aspectos que afectam directamente a sua qualidade de vida. A dieta, apesar de não ser o único factor que afecta a saúde e o bem-estar, é dos mais importantes. Logo, é natural que na sociedade actual exista, cada vez mais, maior procura por produtos alimentares mais saudáveis. Para serem catalogados como tal, estes produtos têm que apresentar pelo menos uma das seguintes características: composição alterada e/ou condições de processamento que previnam ou limitem a presença de determinado composto potencialmente perigoso, e/ou a possibilidade de inclusão de substâncias desejáveis, quer naturais, quer por adição, com os subsequentes benefícios para a saúde (Jiménez-Colmenero, Carballo & Cofrades, 2001).

Actualmente, a carne e seus derivados são cada vez mais associados a um cenário de uma alimentação pouco saudável, principalmente pelo seu teor de gordura e por se considerar que aumentam o risco de cancro, no caso particular das carnes vermelhas. Muito pelo contrário, a carne é uma fonte essencial de micronutrientes como as vitaminas A e B12, é rica em proteínas e pobre em hidratos de carbono, contribuindo para um baixo índice glicémico (Biesalski, 2005).

A carne e produtos cárneos são componentes essenciais da dieta nos países desenvolvidos. O seu consumo é afectado por diversos factores, sendo os mais importantes as características do produto (sensoriais e nutricionais, segurança, qualidade, preço, conveniência, etc.) e aspectos relacionados com o consumidor (psicológicos, saúde, família, educação, situação económica, etc.). Como qualquer outro alimento, a carne e seus derivados contêm elementos que em certas circunstâncias ou em proporções inadequadas podem ser

prejudiciais para a saúde. Alguns destes constituintes estão presentes nos animais que lhes dão origem, como gordura, colesterol, resíduos de poluição ambiental ou de fármacos; outros são adicionados ao produto durante o seu processamento por razões tecnológicas, sensoriais ou de controlo microbiológicas (sal, nitrito, fosfato); e existe ainda um terceiro grupo que é produzido pelo tratamento tecnológico aplicado (incluindo contaminação com desinfectantes ou detergentes, compostos tóxicos formados durante o tratamento térmico, etc.); finalmente, há ainda a considerar os que se desenvolvem particularmente durante o armazenamento/comercialização, como bactérias patogénicas, produtos de oxidação de certos lípidos e migração de compostos da embalagem para o produto (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001).

#### 2.4.2. O sódio na carne e produtos cárneos

O sódio é um micronutriente essencial ao organismo, cuja principal função é controlar o volume do fluido extracelular e do plasma, sendo também fundamental no mecanismo de contracção muscular, na condução dos impulsos nervosos, na manutenção da pressão osmótica e no equilíbrio ácido-base (Viegas, 2009). No Quadro 2 são referidos os valores das necessidades diárias de sódio e o Quadro 3 indica os seus valores adequados de ingestão assim como o limite superior tolerável de ingestão.

**Quadro 2** – Necessidades diárias de sódio (adaptado de Viegas, 2009)

Idade	Na(g)	NaCl(g)
0 – 5 meses	0.120	0.300
6 – 11 meses	0.200	0.510
1 ano	0.225	0.570
2 – 5 anos	0.300	0.760
6 – 9 anos	0.400	1.020
> 10 anos	0.500	1.270

Em grande parte dos países industrializados o consumo de sódio excede os valores recomendados (Ruusunen & Puolanne, 2005). Este consumo excessivo tem sido associado a hipertensão arterial, um dos principais factores de risco para as doenças cardiovasculares, como doença coronária e acidentes vasculares cerebrais. Apesar da hipertensão arterial primária ter causa desconhecida, factores como o excesso de peso, a inactividade física, o

consumo de álcool e principalmente o consumo de sal estão claramente associados ao seu desenvolvimento e agravamento (Viegas, 2009).

**Quadro 3** – Ingestão adequada (IA) e o limite superior tolerável de ingestão (LSTI) (adaptado de Viegas, 2009)

Idade	IA		LSTI	
	Na(g)	NaCl(g)	Na(g)	NaCl(g)
0 – 6 meses	0.120	0.300	ND	ND
7 – 12 meses	0.370	0.940	ND	ND
1 - 3 anos	1.000	2.540	1.500	3.810
4 – 8 anos	1.200	3.050	1.900	4.830
9 – 13 anos	1.500	3.810	2.200	5.590
14 – 50 anos	1.500	3.810	2.300	5.840
51 – 70 anos	1.300	3.200	2.300	5.840
> 70 anos	1.200	3.050	2.300	5.840

A principal fonte de sódio da dieta é o cloreto de sódio, ou sal comum, tendo sido estabelecido que um consumo superior a 6gNaCl/pessoa/dia está associado às consequências referidas (Ruusunen & Puolanne, 2005). Sendo a ingestão de sódio aproximadamente três vezes superior ao recomendado em vários países da Europa, as entidades responsáveis aconselham uma redução do consumo diário de sódio para 2.4 g, cerca de 6 g de sal (Desmond, 2006).

A carne por si só contém sódio mas em quantidades inferiores a 100 mg Na por 100 g. A maior fonte de sódio presente na carne e seus derivados é o cloreto de sódio adicionado durante o processamento tecnológico. Além disso o sódio faz parte da constituição de outros aditivos utilizados em tecnologia alimentar como glutamato monossódico, fosfato de sódio, citrato de sódio e lactato de sódio. As quantidades nestes aditivos são, no entanto, muito reduzidas quando comparadas com o cloreto de sódio, que contém 39.3% de sódio (Ruusunen & Puolanne, 2005).

#### 2.4.2.1 Implicações da redução de sódio a nível organoléptico

Uma das grandes limitações da redução de cloreto de sódio nos produtos cárneos é a alteração das características sensoriais, pois o sal, para além da salinidade que confere ao



produto é também um forte intensificador de sabor. Segundo Ressurreccion (2003), reduções da quantidade de sal de um produto cárneo para valores inferiores a 1.35% são muito perceptíveis e pouco do agrado do consumidor, passando a solução por tentar substituir, pelo menos parcialmente, o cloreto de sódio em vez de o reduzir. As alterações sensoriais que advêm da redução do teor de sódio podem ser mais ou menos perceptíveis em função do substituto de sal utilizado na formulação do produto; o cloreto de potássio, por exemplo, apesar de desempenhar as mesmas funções tecnológicas que o cloreto de sódio, confere um sabor amargo e metálico ao produto, sendo por isso necessário encontrar entre ambos o equilíbrio que permita reduzir o teor de sódio e simultaneamente manter as propriedades organolépticas que são características de um determinado produto (Ruusunen, Nemiöstö & Puolanne, 2002, Ruusunen & Puolanne, 2005, Desmond, 2006).

#### **2.4.2.2 Implicações da redução de sódio a nível tecnológico**

O sal refinado (NaCl) é um importante ingrediente dos produtos cárneos, e a redução da sua quantidade tem implicações ao nível tecnológico, podendo diminuir a tenrura e suculência do produto bem como aumentar as perdas por cozedura e assim diminuir o rendimento final, pois o sódio é fundamental para a solubilização das proteínas da carne e expansão da rede miofibrilar, aumentando a capacidade de ligação de água e gordura e beneficiando a textura final. Mais uma vez, estas limitações também dependem da constituição do substituto de sal utilizado na formulação do produto, muito por causa das interações entre ingredientes, muito importantes sobretudo durante a preparação da salmoura e sua adição à carne (Ruusunen *et al.*, 2005, Desmond, 2006).

#### **2.4.2.3 Implicações da redução de sódio ao nível da estabilidade microbiológica e período de vida útil do produto**

Para além das limitações organolépticas e tecnológicas a redução da quantidade de sódio pode afectar a estabilidade microbiológica de um produto cárneo e assim diminuir, porventura drasticamente, o seu prazo de validade. O sódio não só diminui a quantidade de água livre ( $a_w$ ) nos produtos, o que por si só dificulta a proliferação de microrganismos, como também provoca desequilíbrios electrolíticos no interior das células bacterianas. Uma redução acentuada da quantidade de sódio sem adição de um outro ingrediente dotado de propriedades semelhantes, como o cloreto de potássio, pode favorecer o crescimento e multiplicação de microrganismos como as bactérias ácido-lácticas, promovendo alterações deteriorativas no

produto e reduzindo o seu período de validade (Ruusunen *et al.*, 2005, Desmond, 2006, Mataragas, Skandamis, Nychas & Drosinos 2007).

### **2.4.3. Reformulação de produtos cárneos**

Dependendo do tipo de produto considerado, uma alteração na composição pode ter implicações maiores ou menores a nível tecnológico, organoléptico e de prazo de validade. Existem dois tipos de intervenção que se efectuam quando se pretende alterar a constituição de um produto (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001): a primeira envolve a redução de um componente normalmente presente no alimento para quantidades mais apropriadas (gordura, sal, nitrito, etc.); a segunda consiste em incorporar ingredientes benéficos para a saúde (fibra, proteína vegetal, antioxidantes, etc.).

Já foram testadas diversas abordagens para tentar reduzir a quantidade de sódio em derivados cárneos: diminuir a quantidade de sal adicionado; substituição total ou parcial do NaCl por outro sal clorado (KCl,  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{MgCl}_2$ ); substituir parte do NaCl por um sal não clorado, como fosfato; aplicação de novos processos tecnológicos; e uma combinação de todas essas abordagens. A grande desvantagem da substituição de cloreto de sódio por cloreto de potássio ou magnésio é o sabor amargo que estes conferem ao produto final (Ruusunen *et al.*, 2005). Apesar de actualmente ainda não ser possível utilizar um substituto totalmente isento de sódio, já se obtiveram resultados satisfatórios com misturas de cloreto de sódio, cloreto de potássio e sais de magnésio (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001).



## **2.5. Fiambre: ingredientes e aditivos**

O fiambre é preparado por adição de salmoura à carne, neste caso picada, que é posteriormente massajada e submetida a tratamento térmico. O rendimento do produto é estabelecido com base na quantidade de salmoura adicionada a uma determinada quantidade de matéria-prima. Por exemplo, se 75 l de salmoura forem adicionados a 100 kg de carne picada, obtém-se um produto com rendimento de 75% (Tarté, 2009). Neste projecto foram adicionados 7,5 l de salmoura a 30 kg de carne picada, ou seja, foi preparado fiambre com um rendimento de 25%.

### **2.5.1 A carne como matéria-prima**

#### **2.5.1.1 Tecido Muscular**

De acordo com as características morfológicas e funcionais, o tecido muscular distingue-se em músculo estriado esquelético, com contracções fortes, rápidas e voluntárias; músculo estriado cardíaco, de contracções involuntárias, rítmicas e vigorosas; músculo liso, de contracção lenta e involuntária. O músculo esquelético representa a maior parte do tecido muscular, constituindo aquilo que se designa vulgarmente de carne (Junqueira & Carneiro, 2004).

O tecido muscular esquelético é formado por fibras cilíndricas, multinucleadas e longas, cujo comprimento pode atingir os 34 cm, apesar do seu diâmetro variar apenas entre os 10 e os 100 µm. No músculo esquelético as fibras estão dispostas em grupos de feixes envolvidos por uma camada de tecido conjuntivo – o epimísio. Do epimísio saem finos septos de tecido conjuntivo que vão para o interior do músculo e separam os feixes de fibras, que constituem o perímio. Cada fibra muscular é envolvida individualmente pelo endomísio, uma camada de tecido conjuntivo composto principalmente de fibras reticulares. O tecido conjuntivo mantém as fibras coesas, o que permite que a força de contracção gerada actue sobre todo o músculo (Lawrie & Ledward, 2006).

##### **2.5.1.1.1 Organização das fibras musculares esqueléticas**

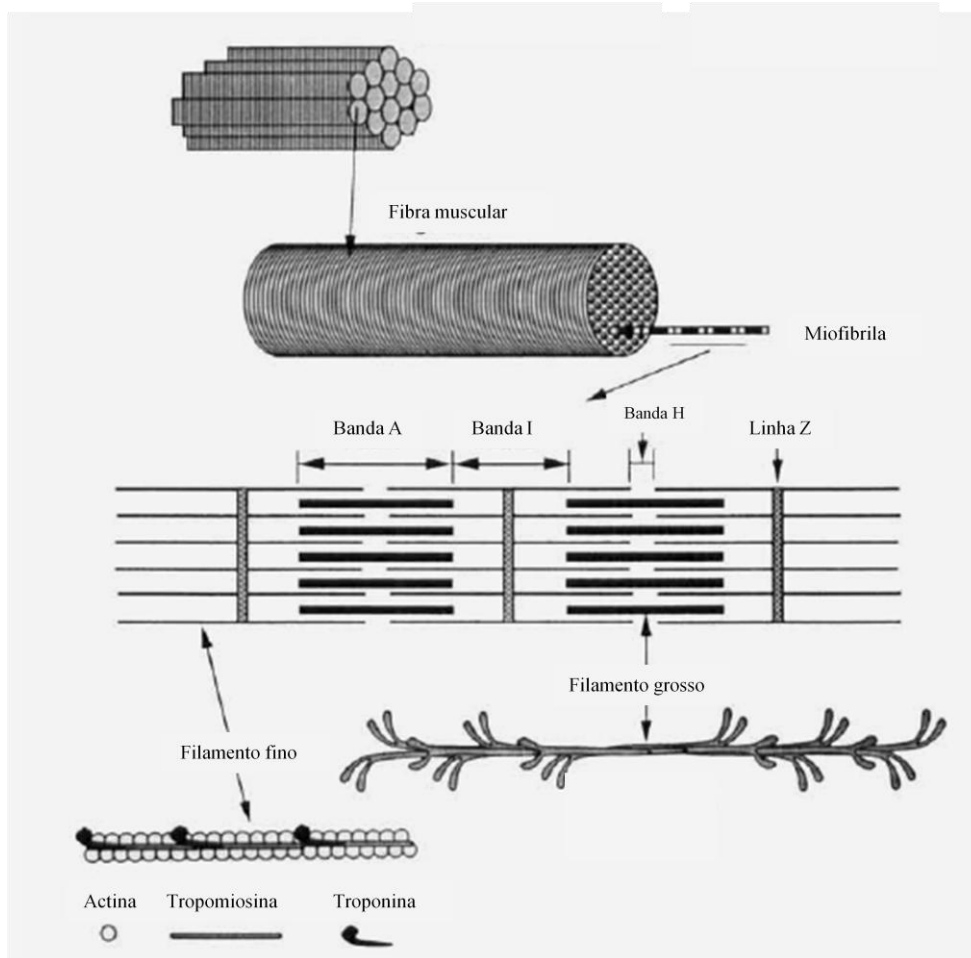
As fibras musculares esqueléticas apresentam estrias transversais, devido à alternância de faixas escuras e claras, as bandas A e I respectivamente. No centro da banda I existe uma linha transversal escura, a linha Z. As fibras musculares apresentam estrias devido à repetição de unidades que recebem a designação de sarcómeros. Cada sarcómero é limitado por duas

linhas Z contíguas, e contém duas semibandas I separadas por uma banda A. Cada banda A apresenta uma porção central mais clara que o resto, a banda H. O alinhamento repetitivo de sarcômeros forma as miofibrilhas (Lawrie & Ledward, 2006).

As miofibrilhas do músculo estriado contêm quatro proteínas principais: actina, miosina, tropomiosina e troponina, sendo que as duas primeiras representam mais de metade do conteúdo proteico neste tipo de músculo. Os filamentos de miosina são mais espessos e os de actina mais estreitos (Oliveira, Wächter & Azambuja, 2002).

Os filamentos mais finos, de actina, vão desde a linha Z até ao extremo da banda H, enquanto que os filamentos grossos de miosina ocupam a zona central do sarcômero, a banda H. Como resultado, a banda A é formada pelos dois tipos de filamentos, ao contrário das Bandas I e H, formadas apenas por filamentos finos e grossos, respectivamente (Junqueira & Carneiro, 2004). Na Figura 1 estão representados todos os componentes da estrutura muscular referidos.

**Figura 1** – Esquema representativo da estrutura muscular (adaptado de Cassens, 1994)



### **2.5.1.1.2 Mecanismo de contracção muscular**

Numa situação de repouso, os filamentos finos e grossos do sarcómero sobrepõem-se parcialmente. Na contracção, estes filamentos deslizam uns sobre os outros, encurtando o tamanho do sarcómero. A contracção tem início na banda A, na qual os dois tipos de filamentos se sobrepõem. O complexo de troponina e tropomiosina dos filamentos finos provocam um bloqueio muscular, impedindo a interacção entre a actina e a miosina. A contracção muscular começa quando um impulso nervoso provoca alterações no potencial eléctrico da célula muscular, o que origina a libertação de iões  $\text{Ca}^{2+}$  por parte do retículo sarcoplasmático. A presença deste ião em concentrações elevadas, promove alterações no complexo de troponina e tropomiosina, expondo os locais activos de actina e permitindo a sua interacção com as cabeças de miosina. Como resultado da interacção entre a actina e a miosina, o ATP é hidrolisado em ADP e Pi (fosfato inorgânico) e energia. A cabeça de miosina sofre uma deformação, que aumenta a sua curvatura, e empurra o filamento de actina (Oliveira, Wächter & Azambuja, 2002).

Durante a contracção verifica-se um encurtamento da banda I, devido à penetração dos filamentos de actina na banda A. Como parte integrante da banda A, a banda H também é reduzida. Como consequência, cada sarcómero e toda a fibra muscular sofrem encurtamento (Junqueira & Carneiro, 2004).

### **2.5.1.1.3 Composição química do músculo**

A composição do músculo varia de acordo com a espécie, sexo, idade e localização. Em termos gerais, contém 75 % de água, 20 % de proteínas, 2 % de substâncias proteicas não solúveis e 3% de gordura (Tornberg, 2005). Cerca de 4 % da água encontra-se fortemente ligada às proteínas, estando a restante disponível para ser utilizada, o que afecta a estabilidade do alimento. No que diz respeito às proteínas musculares, classificam-se em sarcoplasmáticas (solúveis em água e soluções salinas), miofibrilhares (solúveis em soluções salinas) e proteínas do tecido conjuntivo (insolúveis em soluções salinas). As substâncias solúveis não proteicas dizem respeito aos hidratos de carbono livres ou associados a outros compostos como ácidos nucleicos, nucleósidos, algumas proteínas e lípidos. A gordura, apesar de presente em pequena quantidade no tecido muscular, tem um papel importante no desenvolvimento de características organolépticas da carne. A gordura muscular, constituída essencialmente por triglicéridos, fosfolípidos e colesterol, está maioritariamente presente nos adipócitos, localizada entre os feixes musculares, no perimísio (Hui, 2006).

#### **2.5.1.1.4 Transformação de músculo em carne**

Após o abate ocorre hidrólise do ATP, o qual numa primeira fase pós morte é ressintetizado à custa da fosfocreatina e glicogénio. A metabolização da glicose em condições de anaerobiose produz ácido láctico que provoca a descida do pH muscular para valores entre os 5.5 e 5.7. Nesses valores de pH ocorre desnaturação proteica e inibição do sistema enzimático, cessando a glicólise. O complexo actina-miosina forma-se de maneira irreversível, instalando-se o *rigor mortis* (Hui, 2006.).

#### **2.5.1.1.5 Maturação da carne**

O processo de maturação consiste no armazenamento de carne não processada, acima do seu ponto de congelação (-1,5°C), tendo em vista promover o aumento da tenrura e desenvolvimento de *flavour*. Por razões microbiológicas e higiénicas, a maturação é efectuada geralmente a temperaturas de refrigeração, entre os 0 e os 4 °C. Durante a maturação a tenrura da carne aumenta devido à degradação de proteínas musculares por acção de endopeptidases (principalmente catepsinas e calpaínas). O *flavour* resulta sobretudo da acção de exopeptidases que originam aminoácidos livres e pequenos péptidos. Para além de modificações bioquímicas também ocorrem modificações estruturais na carne, nomeadamente o alongamento dos sarcómeros por dissociação da actina e miosina. A cor da carne fica vermelha à superfície por oxigenação da mioglobina em oximioglobina e acastanhada nas zonas que não estão expostas devido a oxidação do mesmo pigmento desta vez em metamioglobina. O brilho que surge na superfície da carne com o decorrer deste processo é devido à retracção das proteínas miofibrilhares que assim obrigam a água a mover-se para os espaços extracelulares. A velocidade deste processo depende de vários factores como a raça, espécie, sexo, temperatura e estado nutricional. Usualmente e nas condições ideais de temperatura (entre 0 e 2 °C) e humidade relativa (85 %) a maturação tem uma duração média de 7 a 10 dias (Price & Schweigert, 1994).

#### **2.5.1.2 Selecção e preparação da matéria-prima**

Apesar de qualquer tipo de carne poder ser utilizada para o fabrico do fiambre, a carne de porco continua a ser a mais utilizada neste tipo de produto cárneo (Delahunty, McCord, O'Neill & Morrissey, 1997).

Como já foi referido as proteínas constituem cerca de 1/5 da composição da carne, e podem ser divididas em três grupos: miofibrilhares, sarcoplasmáticas e proteínas do tecido conjuntivo. As proteínas miofibrilhares, que constituem 50 a 55% da quantidade total de proteína da carne, desempenham um papel muito importante na retenção de água e aditivos, as proteínas sarcoplasmáticas representam aproximadamente 30-34% do total, e as do tecido conjuntivo os restantes 10 a 15% (Tornberg, 2005).

A carne a ser processada deve ser o mais magra possível, de preferência isenta de gordura. Deve ser bem refrigerada, a uma temperatura entre os 0-4 °C, e a contagem bacteriana deverá ser o mais baixa possível, cerca de  $10^2$ - $10^4$  ufc por grama de carne. O valor de pH deverá estar preferencialmente entre os 5.7 e 6.1, pois quanto mais elevado o pH, maior a solubilidade das proteínas e maior a capacidade de retenção de água (Feiner, 2006). Com o pH entre 5.7 e 6.1, a estrutura proteica abre-se significativamente devido à acção de forças electrostáticas de repulsão no seu interior que são responsáveis pela criação de grandes lacunas entre a actina e a miosina, permitindo a imobilização da maiores quantidades de água (Desmond, 2006).

No caso de ser necessário picar a carne durante o fabrico de fiambre, deve ser utilizada uma placa de corte com um diâmetro apropriado às suas características. Uma carne magra deve ser picada com uma placa de corte com maior diâmetro, enquanto que uma carne com gordura deve ser processada com uma placa de diâmetro mais reduzido de modo a tornar o produto final mais apelativo. O diâmetro das placas de corte varia geralmente entre os 3 e os 20 mm. É fundamental evitar que durante a picagem a carne seja rasgada ou manchada, portando todas as lâminas e placas de corte devem estar limpas, afiadas e devidamente ajustadas. Se a carne for rasgada ou exposta a forças de cisalhamento (forças aplicadas em sentidos opostos) a sua temperatura pode aumentar consideravelmente, aumentando a probabilidade de desenvolvimento de microrganismos (Feiner, 2006).

#### **2.5.1.3 Carnes PSE (pale, soft, exudative)**

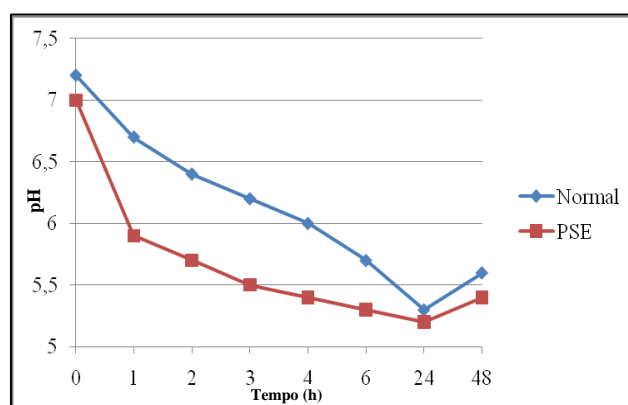
As carnes pálidas, moles e exsudativas (PSE) constituem um defeito de evolução *post-mortem* de carne, predominantemente de porco. Este defeito afecta sobretudo as peças da carcaça de maior valor comercial, como a perna e o lombo (Prändl, Fischer, Schmidhofert & Sinell, 1994), sendo responsável por grandes perdas económicas na indústria de produtos cárneos (O'Neill, Lynch, Troy, Buckley & Kerry, 2003).

Um valor baixo de pH imediatamente após o abate associado a uma elevada temperatura no interior da carne (acima dos 37 °C) são a causa das carnes PSE. Se antes de



entrarem na linha de abate, os suínos forem submetidos a situações de grande stress, o glicogénio é convertido em ácido láctico em anaerobiose, e a respiração vai ficando progressivamente mais pesada para haver formação das grandes quantidades de ATP necessárias. A formação de ácido láctico em vida, em conjunto com uma rápida glicólise *post-mortem*, causa uma rápida descida de pH. Isto resulta então em valores de pH anormalmente baixos no tecido muscular após o abate. O atordoamento eléctrico dos suínos geralmente acelera a glicólise *post-mortem*, contribuindo também para a formação de carnes PSE. Situações de stress prévias ao abate também podem causar o aumento da temperatura da carne que se mantém elevado após ao abate. Entre as raças mais susceptíveis a este tipo de defeito estão a Pietrain e a Landrace (Ranken, 2003). Na Figura 2 mostram-se os valores de pH da carne normal e PSE nas primeiras horas após o abate.

**Figura 2** – Decréscimo do pH pós-morte em carne de porco normal e PSE (adaptado de Feiner, 2006).



As carnes PSE têm uma cor pálida, uma aparência húmida e uma textura mole, devido a uma desnaturação parcial das suas proteínas, que assim perdem capacidade de ligação e retenção de água. A extensão dos filamentos de miosina é reduzida em cerca de 8-10% durante este processo de desnaturação, o que diminui a capacidade da carne em reter a própria água dos seus tecidos, o que explica o seu aspecto “molhado”. A diminuição da textura das carnes PSE também é devido à desnaturação das proteínas, que sofrem uma alteração na sua estrutura tridimensional, o que leva a uma menor firmeza da estrutura global. A coloração pálida destas carnes é explicada pelo baixo volume miofibrilhar do tecido muscular, o que lhes confere uma grande capacidade de dispersão de luz. A mioglobina não consegue absorver a luz, que acaba por não penetrar na carne e se dispersa pela sua superfície (Prändl *et al.*, 1994).

As carnes PSE podem ser despistadas 45 (pH<sub>45</sub>) ou 60 minutos (pH<sub>1</sub>) após o abate por determinação do pH nos músculos do lombo (*Musculus longissimus dorsi*). Um valor de pH<sub>45</sub> de 6.0, ou de pH<sub>1</sub> de 5.8, significa a presença de carne PSE. O arrefecimento rápido das carcaças após o abate, principalmente através de túneis de refrigeração, ajuda a minimizar a severidade deste fenómeno, pois as proteínas da carne não são tão danificadas. A refrigeração rápida das carcaças resulta num defeito de evolução *post-mortem* em tudo semelhante às carnes PSE excepto na cor, que permanece avermelhada – carnes RSE (red, soft, exudative) – vermelhas, moles e exsudativas (Feiner, 2006).

Não existe qualquer vantagem tecnológica em utilizar carnes PSE no fabrico de produtos cárneos, uma vez que, devido à desnaturação das proteínas, a capacidade de ligação e retenção de água está severamente afectada, aumentam as perdas por cozedura, diminui a capacidade de emulsificação das gorduras e a textura fica friável e quebradiça. Os aditivos utilizados na indústria alimentar permitem corrigir, até certo ponto, as insuficiências e eventuais defeitos da matéria-prima, porém, não existe qualquer substância que permita recuperar a funcionalidade das proteínas da carne após desnaturação (O'Neill *et al.*, 2003).

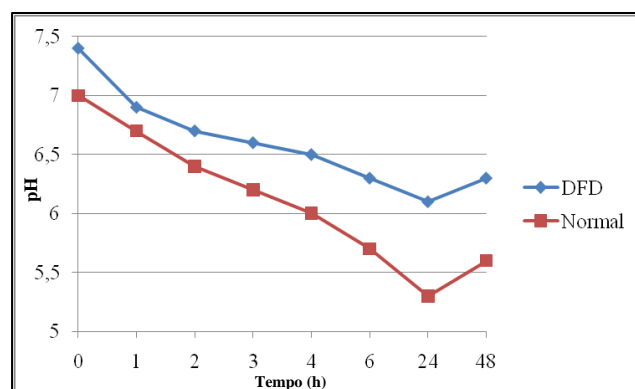
#### **2.5.1.4 Carnes DFD (dry, firm, dark)**

O termo DFD é utilizado para caracterizar outro tipo de carne com defeitos de qualidade, as carnes secas, firmes e escuras (Ranken 2003). As carnes de bovino e ovino são as mais afectadas por este fenómeno, apesar de também já ter sido descrito em suínos (Feiner, 2006). O gado bovino e ovino, quando submetido a stress antes do abate, utiliza o glicogénio em aerobiose para formar ATP, não sendo obtido ácido láctico enquanto o animal está vivo. Deste modo, na altura do abate quantidades insignificantes de glicogénio permanecem no músculo, sendo produzido muito pouco (ou nenhum) ácido láctico durante o *rigor mortis* (Viljoen, Kock & Webb, 2002). Como consequência o decréscimo do valor de pH após o abate é insuficiente, e após o *rigor mortis*, que na carne de bovino demora entre 24 a 36 h, o pH da carne permanece entre os 6.0-6.2. Este fenómeno é também designado de *rigor mortis* incompleto, pois a acidificação da carne *post-mortem* é insuficiente e um pequeno número de ligações cruzadas é estabelecido entre os filamentos de actina e miosina. Este reduzido número de ligações explicam a elevada solubilidade das carnes DFD, pois as proteínas não estão unidas de maneira tão firme como nas carnes PSE (Feiner, 2006).

Ao contrário das carnes PSE, cujo pH tem de ser verificado 45 minutos ou 1 hora após o abate, nas carnes DFD só se determina o pH após o *rigor mortis*. Se nesse preciso momento o valor de pH for igual ou superior a 6.0, é considerada carne DFD (Feiner, 2006). Este tipo

de defeito confere uma tonalidade escura à carne, devido à sua estrutura fechada (pequenos espaços entre os filamentos de actina e miosina) que absorve a luz em vez de a reflectir, e tem um aspecto viscoso e pegajoso (Ranken, 2003). A Figura 3 mostra as variações do pH da carne normal e DFD nas primeiras horas após o abate.

**Figura 3** – Decréscimo do pH pós-morte em carne de porco normal e DFD (adaptado de Feiner, 2006).



Do ponto de vista tecnológico, as carnes DFD têm a vantagem de terem uma elevada solubilidade proteica, e a uma boa capacidade de retenção de água, pois o valor de pH da carne está muito afastado do ponto isoeléctrico das proteínas musculares - 5.2 (Feiner, 2006). Porém, o pH elevado tem consequências ao nível do prazo de validade da carne, encurtando-o consideravelmente, pois é um dos factores mais importantes no desenvolvimento bacteriano, sendo que a maioria das bactérias e suas enzimas encontram condições favoráveis ao seu crescimento e multiplicação com valores elevados de pH (Lawrie & Ledward, 2006). Também a coloração escura constitui um obstáculo tecnológico na utilização destas carnes, pois interfere com o desenvolvimento da cor em produtos curados e cozidos (Feiner, 2006).

### 2.5.2 Ingredientes

De acordo com o Decreto-Lei nº 560/99 de 18 de Dezembro, entende-se por género alimentício toda a substância, seja ou não tratada, destinada à alimentação humana, englobando as bebidas e os produtos do tipo das pastilhas elásticas, com todos os ingredientes utilizados no seu fabrico, preparação e tratamento. Por ingrediente entende-se toda a substância, inclusivé aditivo alimentar, incorporada intencionalmente como componente de um género alimentício durante o fabrico ou preparação e presente no produto acabado.

### 2.5.2.1 Água

Depois da carne, a água é considerada dos ingredientes mais importantes no fabrico de produtos cárneos, principalmente fiambre, pelas importantes funções tecnológicas que desempenha. A molécula de água é constituída por dois átomos de hidrogénio e um átomo de oxigénio. O oxigénio é oito vezes mais pesado que o hidrogénio, cujos dois átomos estão ligadas ao de oxigénio num ângulo de 108°. Devido ao ângulo formado nesta ligação, a água tem maior densidade a 4 °C, e por isso o gelo flutua na água (Garret & Grisham, 2010).

A água tem diferentes graus de dureza, em função da sua origem. O grau de dureza é determinado calculando a quantidade de sais de cálcio e magnésio presentes na água. A dureza temporária é causada pela presença de hidrogenocarbonato de cálcio ou magnésio, que precipita durante o processamento térmico. A dureza permanente também é causada pela presença de cálcio ou magnésio, mas sob a forma de cloreto, nitrato, fosfato ou sulfato, que permanece na água mesmo depois de submetida a tratamento térmico (Feiner, 2006). No Quadro 4 estão indicados os diferentes graus de dureza da água e a respectiva correspondência em mg de CaO/l.

Do ponto de vista tecnológico, a água utilizada na salmoura deve ser isenta de metais pesados, que aumentam o risco toxicológico (Genderen, Gensenmer, Smith, Santore & Ryan, 2007), e de iões  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ . Quando presentes, estes catiões formam complexos com os aniões dos fosfatos, podendo inactivar entre 20 a 25% da sua quantidade total na salmoura, interferindo assim com a capacidade de retenção de água do produto final (Freixanet, n.d.b).

**Quadro 4** – Graus de dureza da água (adaptado de Feiner, 2006).

Grau de dureza	Dureza total (mg de CaO por l de H <sub>2</sub> O)
Muito mole	0 – 40
Mole	40 – 80
Levemente dura	80 – 120
Dureza média	120 – 180
Dura	180 – 280
Muito dura	> 280

No fabrico de produtos cárneos, é utilizada água fria, e mesmo gelo, nas salmouras, o que ajuda a manter uma temperatura baixa durante fases do processo como a massagem,

contribui para uma extracção proteica mais eficaz, e reduz a probabilidade de desenvolvimento de microrganismos (Lawrie & Ledward, 2006).

A água utilizada em produtos cárneos deve ser potável e com uma baixa concentração de cloro. O cloro quando presente em elevadas concentrações, reage com o nitrito, diminuindo assim a sua quantidade disponível, interferindo com a formação da cor do produto final. Águas muito cloradas também podem afectar levemente o sabor do produto. Dependendo da sua origem, a água pode conter níveis elevados de nitrito e nitrato, que para além do risco para a saúde (não só pela sua toxicidade mas também pelos potenciais efeitos carcinogénicos dos seus derivados), podem levar á formação indesejada de uma coloração rosada em produtos cuja receita não incluía nem nitrito nem nitrato. A presença de apenas 3 a 4 ppm de nitrito por kg de carne é suficiente para se desenvolver uma cor rosada no produto final (Feiner, 2006).

### **2.5.2.2 Sal**

#### **2.5.2.2.1 Cloreto de sódio**

O cloreto de sódio é provavelmente o aditivo alimentar mais antigo do mundo e desempenha importantes funções na indústria de produtos cárneos. Consiste em 39.3% de sódio e 60.7% de cloro, e frequentemente contém uma pequena quantidade de agentes antiaglutinantes que impedem a sua agregação durante períodos de armazenamento prolongados (Smith & Shum, 2003). O sódio é um nutriente essencial que o corpo humano não produz. Uma ingestão insuficiente de sódio pode afectar negativamente os sistemas nervoso e muscular (Brody, 1999), enquanto quantidades excessivas têm consequências, como o aumento da pressão arterial (Jiménez-Colmenero *et al.*, 2001). O cloreto também é importante na medida em que auxilia a absorção de potássio pelo organismo, é um componente do ácido gástrico e aumenta a capacidade do sangue em transportar dióxido do carbono (Brody, 1999).

O sal desempenha diversas funções quando utilizado no fabrico de produtos cárneos (Desmond, 2006; Feiner, 2006; Fernandes, 2009):

- É um intensificador de sabor muito eficaz, com grande influência nas características sensoriais do produto final.
- Actua em sinergia com os fosfatos na solubilização das proteínas, possibilitando a retenção de maiores quantidades de água adicionada e emulsionando a gordura. Influencia as interacções electrostáticas entre os filamentos de actina e miosina, aumentando as cargas

negativas e causando um efeito de repulsão entre as proteínas miofibrilhares, o que resulta na abertura de grandes lacunas na estrutura proteica.

- Promovendo a activação das proteínas, melhora a textura do produto final.
- Diminui o valor de  $a_w$  (reduzindo a quantidade de água disponível no produto), constituindo um obstáculo para o crescimento e multiplicação bacteriana e facilitando a conservação do produto (Freixanet, n.d.b).
- Tem, eventualmente, efeito nefasto para as bactérias provocando desequilíbrios electrolíticos no interior das suas células.
- A adição de sal causa a deslocação do ponto isoeléctrico das proteínas da carne para zonas de pH mais baixo podendo passar de 5.2 para 5.0. Quanto maior a diferença entre estes dois valores, maior o efeito de capilaridade das fibras musculares, e capacidade de retenção de água do produto.

#### **2.5.2.2.2 Cloreto de potássio**

O cloreto de potássio é o substituto de sal comum (cloreto de sódio) mais utilizado na indústria de produtos cárneos. A grande desvantagem da sua utilização reside no sabor amargo e metálico que confere ao produto final (Ruusunen *et al.*, 2002). Bastam cerca de 3 g de potássio por kg de carne para esta alteração organoléptica ser perceptível. Em caso de substituição, são necessários aproximadamente mais 15% de KCl relativamente ao NaCl para desempenhar as mesmas funções tecnológicas, o que se deve ao facto de o KCl ter menos iões cloreto, principais responsáveis pela activação das proteínas (Smith & Shum, 2003; Ruusunen & Puolanne, 2005)

Apesar de o cloreto de potássio ser utilizado como substituto de sal com o intuito de evitar consequências para a saúde associadas a um consumo excessivo de sódio, não deve ser consumido indiscriminadamente. A ingestão de grandes quantidades de potássio pode causar irregularidades do ritmo cardíaco em pessoas com problemas de coração. Insuficiência renal crónica, diabetes tipo I, insuficiência cardíaca e insuficiência adrenal são exemplos de outras situações nas quais o consumo excessivo de potássio se pode tornar perigoso (Desmond, 2006).

### **2.5.2.3 Açúcares**

Os açúcares são utilizados no fabrico de produtos cárneos basicamente como depressores da actividade da água ( $a_w$ ), apesar de também poderem interferir com o sabor do produto final. No caso particular do fiambre, o açúcar que é habitualmente adicionado à salmoura é a dextrose (Freixanet, n.d.b)

#### **2.5.2.3.1 Dextrose**

A dextrose, ou glucose, é um açúcar monossacárido obtido por extracção a partir do amido de milho ou trigo. É frequentemente utilizada no fabrico de produtos cárneos porque apresenta uma maior pressão osmótica em solução e menor poder edulcorante (adoçante) que a maioria dos açúcares, o que evita alterações perceptíveis de sabor do produto final (não são detectadas quaisquer alterações sensoriais em fiambres cuja quantidade total de dextrose na salmoura ultrapassa os 3%). A sua principal função é, no entanto, a diminuição do valor de  $a_w$ , contribuindo para um maior prazo de validade do produto. A grande desvantagem da utilização da dextrose em cozidos advém do facto de ser um monossacarídeo directamente utilizado por diversas bactérias, como os *Lactobacillus* spp. Em situações em que as instalações de armazenamento não assegurem uma boa temperatura de refrigeração, a presença de dextrose vai facilitar o crescimento e multiplicação de microrganismos, diminuindo consideravelmente a validade do produto e promovendo alterações como acidez excessiva causada pela produção de ácido láctico. No caso particular dos produtos cozidos, os açúcares sofrem hidrólise lenta com consequente formação de água e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), e com a diminuição da quantidade de açúcar, o teor de água do produto aumenta (Freixanet, n.d.b).

### **2.5.3 Aditivos**

Segundo o Decreto-Lei nº 560/99, aditivo alimentar é toda a substância, tenha ou não valor nutritivo, que por si só não é normalmente género alimentício nem ingrediente característico de um género alimentício, mas cuja adição intencional, com finalidade tecnológica ou organoléptica, em qualquer fase de obtenção, tratamento, acondicionamento, transporte ou armazenagem de um género alimentício, tem como consequência, quer a sua incorporação nele ou a presença de um seu derivado quer a modificação de características

desse género, não abrangendo as substâncias adicionadas aos géneros alimentícios com a finalidade de lhes melhorar as propriedades nutritivas.

### **2.5.3.1 Antioxidantes**

Os antioxidantes são aditivos alimentares que retardam a oxidação atmosférica e os seus efeitos, contribuindo para um maior prazo de validade do produto. Quando as gorduras e óleos são expostos ao ar atmosférico (principalmente húmido e quente) por um determinado período de tempo, sofrem alterações químicas que produzem sabores e odores desagradáveis, designados ranço. A hidrólise de gordura por acção do oxigénio, calor e bactérias resulta na formação de radicais livres, como o peróxido, que se em grandes quantidades podem ter efeitos tóxicos (Hui, 2006).

#### **2.5.3.1.1 Ascorbato e eritorbato de sódio**

O ascorbato e o eritorbato de sódio são os sais que derivam dos ácidos ascórbico e eritórbito, respectivamente. O ácido eritórbito e eritorbatos são estereoisómeros do ácido ascórbico e ascorbatos, apresentando por isso as mesmas propriedades químicas (Freixanet, n.d.b). Do ponto vista tecnológico a única diferença entre estes dois agentes redutores, é o facto de ser necessária uma maior quantidade de eritorbato (cerca de 10%) para desempenhar as mesmas funções no produto. Na indústria alimentar, particularmente de produtos cárneos, o eritorbato é frequentemente o mais utilizado por ser consideravelmente mais barato que o ascorbato (Mancini *et al.*, 2007a).

Os antioxidantes desempenham importantes funções na indústria de carnes (Branen, Davidson, Salminen & Thorngate, 2001; Mielnik, Aaby, & Skrede, 2003; Mancini *et al.*, 2007b, Freixanet, n.d.b):

- Reduzem o nitrito directamente a óxido nítrico (NO), facilitando a formação de nitrosomioglobina a partir da nitrosometamioglobina, o que promove a coloração rosada típica.
- Contribuem para a estabilização da cor neutralizando ou desactivando os radicais peróxido, principais responsáveis pela decomposição do pigmento, presentes na superfície do produto quando exposta ao oxigénio e radiação ultra-violeta.
- Reduzindo o nível de nitrito no produto final previnem, ou reduzem, a formação de agentes nitrosantes como  $N_2O_3$ , e consequentemente a formação de nitrosaminas (cancerígenas).



- Diminuem ligeiramente o pH do meio, favorecendo a formação da cor.
- Actuam em sinergia com o nitrito, inibindo o crescimento celular, particularmente de Clostrídeos.

### 2.5.3.2 Carragenato

Os carragenatos são polissacáridos sulfatados de cadeia linear, extraídos a partir de algas vermelhas da classe *Rhodophyceae* (Verbeken, Neirinck, Van Der Meeren & Dewettinck, 2005). São obtidos através da fervura das algas em água ou solução alcalina por diversas horas, seguida de secagem ou precipitação alcoólica (Freixanet, n.d.b). São constituídos por unidades D-galactose e 3,6-anidro-D-galactose, unidas através de ligações glicosídicas 1-3 e  $\beta$ - 1-4 (Cierach, Modzelewska-Kapitula & Szacilo, 2009). Os carragenatos conseguem reter água a um ratio de 1:99, isto é, 1 kg de carragenato adicionado a 99 kg de água forma um gel quando aquecido a cerca de 70 °C (Feiner, 2006).

Existem três fracções de carragenatos –  $\kappa$  (I e II),  $\iota$  e  $\lambda$ , que diferem na posição e número de grupos éster sulfato nos dímeros de galactose, o que determina em grande parte as propriedades funcionais de cada fracção (Cierach *et al.*, 2009).

O carragenato  $\kappa$  (kappa) tem um grupo sulfato e forma um gel muito firme, mas frágil, cuja forma mais forte é obtida na presença de iões potássio ( $K^+$ ). Este aumento de consistência é acompanhado por um aumento da temperatura necessária para a total solubilização do carragenato. O gel deste carragenato exhibe tendência para sinérese (perda de líquido) e apresenta pouca estabilidade durante a descongelação. É estável a um pH acima de 4.2 (Feiner, 2006).

Existem dois tipos de carragenato  $\kappa$  utilizados na indústria de produtos cárneos: refinado e semi refinado. O carragenato refinado contém cerca de 1-3% de matéria insolúvel (fibra, celulose ou hemicelulose), enquanto o semi refinado pode conter até 15%. Por esse motivo o carragenato semi refinado é consideravelmente mais barato e mais utilizado no fabrico de produtos cárneos, associado ao refinado ou por si só. O gel feito a partir de carragenato refinado é suave, límpido e muito elástico. O gel formado a partir de carragenato semi refinado é mais forte e tem um aspecto turvo devido à presença de maior quantidade de matéria insolúvel. Porém, este aspecto pouco límpido não afecta o produto final, pois durante o processo de fabrico o gel incorpora-se na matriz protéica (Feiner, 2006).

Carragenato  $\kappa$  I forma um gel muito firme, contribuindo para uma viscosidade moderada dos produtos alimentares. Este tipo de carragenato tem maior poder de gelificação devido à sua composição química: 24-25% de grupos éster sulfato e 35-40% de anidro

galactose. A dissolução de carragenato  $\kappa$  I é atingida a 75 °C, com formação de gel à temperatura ambiente, sem necessidade de refrigeração. O carragenato  $\kappa$  II é extraído a partir do carragenato  $\kappa$  I e caracteriza-se por uma elevada reactividade com proteínas do leite. Contém 25-28% de grupos éster sulfato e 32-34% de anidro galactose. Dissolve completamente a 70 °C e a formação de gel também ocorre à temperatura ambiente. O gel de carragenato  $\kappa$  II é firme, elástico, termoreversível e muito mais viscoso comparativamente ao gel de carragenato  $\kappa$  I, devido ao seu maior peso molecular. Apresenta também maior estabilidade durante a descongelação e menor tendência para sinérese (Cierach *et al.*, 2009).

O carragenato  $\iota$  (iota) forma um gel fraco, elástico e termoreversível. Contém 30-32% de grupos éster sulfato e 28-32% de anidro galactose. A sua dissolução total é obtida a 65 °C, sendo que não é muito utilizado na indústria das carnes pois confere uma textura pegajosa ao produto final. O gel de carragenato  $\iota$  apresenta uma boa estabilidade a processos de congelação e descongelação e pouca tendência para sinérese (Cierach *et al.*, 2009).

O carragenato  $\lambda$  (lambda) contém mais de 35% de grupos éster sulfato e não apresenta anidro galactose na sua constituição. É solúvel em água fria e confere grande viscosidade aos produtos alimentares. Apesar de conseguir reter água é incapaz de formar um gel (Cierach *et al.*, 2009), sendo exclusivamente utilizado como espessante (Feiner, 2006).

Da comparação das diferentes fracções de carragenato (Quadro 5) é possível concluir que quanto maior o número de grupos éster sulfato em detrimento de grupos hidroxilo, mais baixas são as temperaturas necessárias para a sua dissolução, e menor é a força do gel, que no caso do carragenato  $\lambda$  nem se chega a formar (Feiner, 2006).

**Quadro 5** – Diferenças entre os três fracções de carragenato (adaptado de Feiner, 2006).

	Peso molecular	Força do gel	Viscosidade	Sinérese	Elasticidade
Carragenato $\kappa$	Reduzido	Elevada	Reduzida	Elevada	Reduzida
Carragenato $\iota$	Médio	Média	Média	Média	Média
Carragenato $\lambda$	Elevado	(não forma)	Elevada	Reduzida	Elevada

Como já foi referido, o carragenato  $\kappa$  é o mais utilizado na indústria de produtos cárneos, necessitando de temperaturas entre os 68 e 70 °C para a sua completa dissolução. Perante estas temperaturas, ocorre a formação de hélices duplas a partir das espirais aleatórias da estrutura dos carragenatos. O gel é formado quando estas hélices se associam entre si, formando uma rede, ou malha, que possibilita a retenção de água. Os catiões ( $K^+$ ) provenientes do cloreto de potássio desempenham um papel vital no alinhamento das hélices

duplas, determinando a firmeza do gel. Os catiões actuam como o elo de ligação na estrutura tridimensional da rede, permitindo a sua formação. Durante o arrefecimento do produto, deve ser evitada a sua manipulação excessiva (principalmente acções como espremer ou apertar) para não perturbar a formação do gel (Feiner, 2006).

O carragenato deve ser adicionado à salmoura após o sal e o fosfato estarem completamente dissolvidos. A adição prévia de sal e fosfato contribui para uma redução da tensão de superfície da água, facilitando assim a dispersão do carragenato (Feiner, 2006).

Ao formar um complexo com a água e proteínas da carne o carragenato aumenta a capacidade de retenção de água (Verbeken *et al.*, 2005), diminuindo as perdas por cozedura, aumentando o rendimento, melhorando a textura e facilitando o fatiamento (Cierach *et al.*, 2009).

### 2.5.3.3 Fosfato

Os fosfatos são sais obtidos a partir do ácido fosfórico, e são amplamente utilizados na indústria de carnes (Dušek, Kvasnička, Lukášková & Krátká, 2003). São formados por iões metálicos positivos e iões fosfato (carga negativa), que por sua vez têm origem na perda de protões (H<sup>+</sup>) por parte do respectivo ácido (Branen *et al.*, 2001).

Os fosfatos desempenham várias funções quando aplicados no fabrico dos produtos cárneos (Branen *et al.*, 2001; Dušek *et al.*, 2003; Baublits, Pohlman, Brown Jr. & Johnson, 2006; Freixanet, n.d.b):

- Promovem a dissociação do complexo actina-miosina formado durante o *rigor mortis*, tornando a estrutura proteica menos compacta e aumentando a capacidade de retenção de água. As proteínas musculares estão unidas através de ligações electrostáticas, pontes de hidrogénio, pontes disulfito e ligações formadas por catiões divalentes, principalmente Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>. O fosfato consegue quebrar estas conexões pois actua como quelante dos catiões referidos e aumenta a força iónica do meio, o que esfraquece sobretudo as ligações electrostáticas. É o único aditivo capaz de separar os filamentos de actina e miosina após o *rigor mortis*, sendo esta a principal razão da sua utilização na indústria de carnes.

- A adição simultânea de sal e fosfato a um produto cárneo torna as proteínas musculares solúveis e solubilizadas. Estas proteínas conseguem então imobilizar maiores quantidades da água adicionada, e emulsionar mais gordura, dado que as proteínas da carne são um excelente emulsionante de lípidos.

- Como compostos alcalinos que são, os fosfatos promovem um aumento do pH da carne. O afastamento do valor de pH do ponto isoeléctrico das proteínas resulta em forças

electrostáticas de repulsão que são responsáveis pela criação de espaços entre os filamentos de actina e miosina na estrutura muscular, o que promove uma maior capacidade de retenção de água e aumenta o rendimento do produto.

- Na condição de sal, o fosfato afecta as propriedades organolépticas do produto final, principalmente o sabor.

- Têm uma acção anti-oxidante, pois actuam como quelantes de iões de metais pesados, evitando a rancificação do produto.

As propriedades dos fosfatos utilizados na indústria alimentar variam de acordo com o grau de polimerização. Os mono e difosfatos conferem maior capacidade de retenção de água à carne, mas o seu uso é limitado por uma lenta e baixa solubilidade, sobretudo a baixas temperaturas. No caso dos trifosfatos verifica-se exactamente o oposto, são muito solúveis mas a necessidade de serem convertidos em pirofosfato traduz-se numa fraca capacidade de retenção de água conferida ao produto. Por todas estas razões considera-se que a utilização de misturas de polifosfatos com cadeias de diferentes tamanhos é a opção mais eficaz e que permite melhores resultados (Dušek *et al.*, 2003).

É fundamental conhecer o teor de pentóxido de fósforo de um fosfato antes de o utilizar no fabrico de um produto cárneo. O teor de  $P_2O_5$  representa o conteúdo real de fósforo sem contar com minerais como sódio, potássio ou cálcio. O tripolifosfato de sódio (STPP) representa um dos fosfatos mais utilizados na produção de fiambre, e apresenta um teor de  $P_2O_5$  de cerca de 58%. Isto significa que da totalidade da molécula, cerca de 58% corresponde a fosfato propriamente dito, enquanto os restantes 42% correspondem a sódio (Branen *et al.*, 2001).

#### **2.5.3.4 Conservantes**

##### **2.5.3.4.1 Nitrito de Sódio**

O aspecto de um produto, particularmente a sua coloração, é um dos factores mais influentes da escolha do consumidor. No caso do fiambre, a típica coloração rosada é obtida por adição de nitrito de sódio (Tarté, 2009). O nitrito ( $NO_2^-$ ) é um composto higroscópico, muito solúvel em água e altamente tóxico, estando a dose oral letal para humanos situada entre os 80 e 800 mg de nitrito/kg (Honikel, 2008). Pelo perigo que representa, o nitrito só pode ser utilizado como aditivo sob a forma de sal nitritado ( $NaNO_2$ ) em concentrações não superiores a 0.6%. Esta medida é muito útil na prevenção de acidentes de sobredosagem e consequente intoxicação, uma vez que produtos com excesso de nitrito ficam com um sabor

intragável pelo excesso de sal (Martins, 1995). Ocasionalmente, pode ser utilizado nitrito de potássio para substituir o nitrito de sódio. Porém, devido a diferenças de peso molecular, são necessários mais 30% de nitrito de potássio para obter o mesmo impacto na coloração final de um produto (Smith & Shum, 2003).

O nitrito é utilizado em produtos cárneos, particularmente fiambre, por diversas razões (Feiner, 2006; Sebranek & Bacus, 2007; Tarté, 2009):

- É fundamental no mecanismo de desenvolvimento da cor.

- É fundamental para a obtenção das características organolépticas típicas deste tipo de produto. O *flavour* tem origem em reacções entre o óxido nítrico (NO), que é obtido através da redução do nitrato, e diversos compostos naturalmente presentes na carne como aldeídos, álcoois, inosina e sobretudo componentes sulfúricos. A presença de nitrito também promove a formação de compostos carbonílicos que são importantes no desenvolvimento do *flavour* característico.

- É um conservante dotado de uma forte acção inibitória contra bactérias como *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Enterobacteriaceas*, *Brochothrix thermosphacta* e principalmente *Clostridium botulinum*. Também inibe levemente a multiplicação de *Listeria monocytogenes*, mas não possui qualquer efeito contra *Micrococcus* spp. e *Lactobacillus* spp. É um aditivo fundamental não só no fiambre como em diversos produtos cárneos, pois apesar de apresentar uma forte capacidade inibitória do crescimento de vários microrganismos potencialmente patogénicos e causadores de intoxicações alimentares não afecta a microflora produtora de ácido láctico, fundamental para o processo de fermentação.

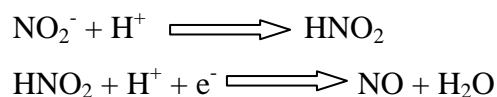
- Actua como antioxidante diminuindo a quantidade de iões ferro livres e outros compostos que aceleram o processo de rancificação. Durante a formação da cor o óxido nítrico que deriva do nitrito forma compostos estáveis com o ferro dos grupos heme da mioglobina e hemoglobina. Ao ocupar os iões de ferro livres, o nitrito evita que o oxigénio se ligue a esses pigmentos.

#### **2.5.3.4.1.1 Mecanismo de formação da cor**

Quando o nitrito é adicionado a um produto cárneo é reduzido a óxido nítrico (NO), dependendo de diversos factores como o pH, tempo, temperatura e presença de intensificadores de cor. Longos períodos de tempo, elevadas temperaturas, pH ácido e presença de compostos como o eritorbato e ascorbato favorecem a formação de NO (Møller & Skibsted, 2002).

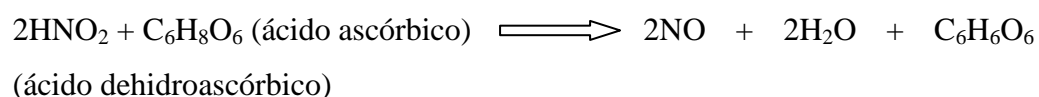
O óxido nítrico é o principal responsável por todas as funções descritas, sendo obtido a partir do nitrito segundo a reacção exemplificada na Figura 4. Esta redução de nitrito a óxido nítrico é uma reacção química, sem qualquer interferência enzimática, na qual o ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) é obtido como produto intermediário. O ácido nitroso é muito instável em solução e quando em meios ácidos ( $\text{pH} < 6.5$ ) dissocia-se em  $\text{H}^+$  e  $\text{NO}_2^-$  (Freixanet, n.d.b). Os produtos cárneos apresentam valores finais de pH entre os 4.7 e os 6.3, favorecendo a formação de óxido nítrico. O valor de pH óptimo que permite a dissociação total do  $\text{HNO}_2$  é de 5.3. Porém, um pH excessivamente baixo nem sempre é vantajoso, pois quanto mais próximo do ponto isoeléctrico das proteínas miofibrilares menor é a capacidade de retenção de água do produto. Por todas estas razões, a adição de compostos intensificadores e estabilizadores da cor como o eritorbato e o ascorbato é fundamental para a obtenção da coloração final desejada. Estes compostos reduzem ligeiramente o pH do meio, promovendo a dissociação de  $\text{HNO}_2$ ; também são responsáveis por iniciar a conversão de nitrito em NO quando as condições de pH do meio não são favoráveis; e têm um papel fulcral ao dar início a todo o mecanismo da formação da cor (Møller & Skibsted, 2002).

**Figura 4** – Dissociação do ácido nítrico (adaptado de Tarté, 2009.)



O óxido nítrico pode então ser obtido de duas maneiras: por dissociação do ácido nitroso ( $\text{HNO}_2$ ) formado a partir do nitrito adicionado, ou por acção dos agentes antioxidantes adicionados, que reduzem o nitrito (Møller & Skibsted, 2002) como é demonstrado na Figura 5.

**Figura 5** – Redução do nitrito a óxido nítrico por acção do ácido ascórbico (adaptado de Tarté, 2009).



Do óxido nítrico com origem na dissociação química do ácido nitroso, uma grande parte vai ser utilizada em diversas reacções responsáveis pela formação da cor do produto

final. Do restante uma parte é perdida directa ou indirectamente (sob a forma de nitrogénio) por evaporação, outra reage com a gordura e as proteínas musculares e uma quantidade residual interage com aditivos antioxidantes como o eritorbato e o ascorbato, acabando também por interferir na formação da cor (Freixanet, n.d.b).

A formação do pigmento responsável pela cor típica dos produtos cozidos tem início com a oxidação da mioglobina, por acção do nitrito adicionado, dando origem a metamioglobina, de coloração acastanhada. O óxido nítrico obtido a partir do nitrito associa-se ao grupo heme da metamioglobina, formando-se a nitrosometamioglobina, de coloração avermelhada. A nitrosometamioglobina é subsequentemente reduzida a nitrosomioglobina (Ranken, 2003). Durante o processamento térmico a componente proteica da nitrosomioglobina sofre desnaturação, a cerca de 75 °C, o que origina globina e nitroso-hemocromogénio, um pigmento muito estável e o grande responsável pela coloração rosada do produto final (Zhang, Kong & Xiong, 2007).

As principais razões para o desenvolvimento de uma cor fraca, débil ou instável são insuficiente quantidade de mioglobina da carne; insuficiente quantidade de nitrito adicionado ao produto; insuficiente quantidade ou mesmo ausência, de intensificadores de cor (eritorbato ou ascorbato); intervalo de tempo prévio ao tratamento térmico demasiado curto; oxigénio presente em níveis elevados ou em contacto com o produto e temperatura insuficientemente alta para desnaturar a nitrosomioglobina durante o processamento térmico (Ranken, 2003; Feiner, 2006).

#### **2.5.3.4.1.2 Alterações da cor**

A exposição de um produto cárneo à luz pode provocar alterações depreciativas da sua coloração final (Honikel, 2008). Quase todos os comprimentos de onda, e não apenas a radiação ultravioleta, podem provocar o desvanecimento da cor de um produto. A luz compromete a estabilidade dos pigmentos formados porque os complexos com óxido nítrico são muito susceptíveis a fotodissociação (fotólise) (Feiner, 2006). O impacto negativo da exposição à luz pode ser reduzido com o armazenamento em locais escuros dos produtos cárneos cozidos. Na apresentação destes produtos para venda nos expositores refrigerados a luminosidade deve ser reduzida ao mínimo indispensável, sem interferir com a exibição ao consumidor (Frey, 1995).

A adição de quantidades excessivas de sal nitritado a um produto pode causar uma alteração da cor designada por queimadura por nitrito, na qual a carne exhibe uma coloração esverdeada (Ranken, 2003). Quantidades acima dos 600 ppm de nitrito por kg de carne

resultam na formação de nitrohemina, um pigmento verde acastanhado que é responsável por este defeito (Feiner, 2006). Um valor baixo de pH da carne também tem uma ligeira influência na formação de queimaduras por nitrito, uma vez que este aditivo apresenta uma maior capacidade de reacção em meio ácido (Ranken, 2003).

A coloração esverdeada da carne pode também resultar da acção de bactérias que, em fracas condições de higiene, alcançam a superfície do produto durante a sua manipulação após o processamento térmico. Esta alteração é devida a bactérias ácido lácticas halotolerantes, que se conseguem desenvolver a baixas temperaturas, como o *Leuconostoc* e o *Lactobacillus viridescens*, de natureza heterofermentativa. Este defeito pode ser retardado se o produto for armazenado a temperaturas entre os 0 e 4 °C (Pérez-Dube, & Andújar-Robles, 2000; Nychas, Skandamis, Tassou & Koutsoumanis, 2008).

#### **2.5.3.4.1.3 Toxicidade dos nitritos**

Apesar de desempenhar funções de extrema importância para o fabrico de produtos cárneos, o nitrito é um aditivo muito perigoso cujo doseamento requer um cuidado especial devido aos seus efeitos tóxicos (Honikel, 2008). A toxicidade dos nitritos pode ser directa ou indirecta. A toxicidade directa ocorre por reacção com a hemoglobina dos eritrócitos, com formação de nitrosilhemoglobina, bloqueando a capacidade de transporte de oxigénio. A toxicidade indirecta implica a reacção entre o nitrito e as aminas secundárias, provenientes da degradação proteica, com formação de nitrosaminas cancerígenas (Ranken, 2003). A formação de nitrosaminas implica a presença simultânea de nitrito e aminas secundárias no produto. Estas aminas são raramente encontradas na carne e por isso a quantidade de nitrosaminas formadas em produtos como o fiambre é muito reduzida. A formação destes compostos cancerígenos depende de dois factores essenciais, a temperatura e o pH (Honikel, 2008). As nitrosaminas necessitam de valores de pH abaixo dos 5.6, sendo que de todos os produtos cárneos apenas o salame fermentado exhibe tais valores. São ainda necessárias temperaturas acima dos 140 °C (Feiner, 2006). Segundo Ranken (2003), de acordo com as condições necessárias para a formação de nitrosaminas os produtos mais susceptíveis são as salsichas Frankfurt e enchidos similares (reduzidas quantidades de nitrosaminas) e sobretudo o bacon frito (com formação de quantidades moderadas a elevadas de nitrosaminas).





## **2.6. Processo Tecnológico**

### **2.6.1 Preparação da salmoura**

É fundamental que na salmoura estejam presentes todos os aditivos necessários e em quantidades adequadas às características pretendidas no produto final. Se acrescentados individualmente, a sequência pela qual os aditivos devem ser adicionados à água é: fosfato, sal, sal nitritado, dextrose, carragenato e eritrobato (ou ascorbato). O fosfato é geralmente o primeiro porque necessita de uma maior quantidade de água livre para se dissolver totalmente. Por esse motivo quando há uma adição de sal prévia o fosfato não se consegue dissolver e acaba por precipitar. Depois destes dois aditivos não existe nenhuma ordem específica para acrescentar os restantes. A água utilizada na salmoura deve ser fria, preferencialmente refrigerada com antecedência e com uma temperatura entre os 0 e os 3 °C. Porém, se a água da torneira for a única opção disponível, 20 a 30% da sua quantidade total deve ser sob a forma de gelo, de modo a diminuir a sua temperatura. Parte do gelo deve ser adicionado antes de qualquer aditivo, para promover uma temperatura inicial entre os 6 e os 10 °C. O restante é colocado na salmoura depois de todos os aditivos estarem perfeitamente dissolvidos, de modo a diminuir ainda mais a temperatura para os 0-2°C (Feiner, 2006).

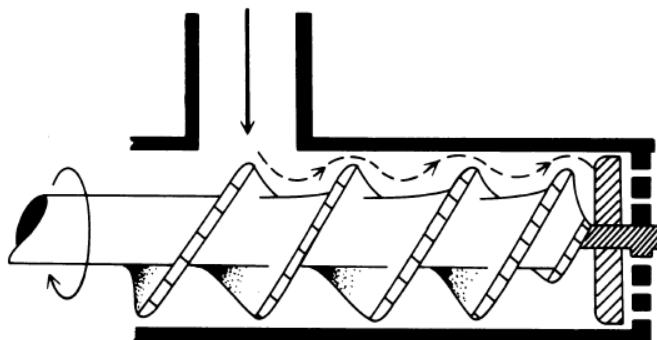
No final, a salmoura não deve ter qualquer aglomerado visível, e a sua temperatura não deve ser superior a 6-8 °C quando adicionada à carne. É fundamental que a massa total (carne e salmoura) esteja entre os 0 e os 3 °C antes de ser massajada. Este intervalo de temperatura é muito importante para assegurar uma boa extracção proteica, pois a actina e a miosina apresentam uma elevada solubilidade entre os 0 e os 4 °C. Para além de que estas temperaturas também interferem com o crescimento e multiplicação bacteriana, reduzindo a probabilidade de desenvolvimento de microrganismos (Feiner, 2006).

### **2.6.2 Picagem**

A utilização de carne picada no fabrico de fiambre apresenta algumas vantagens comparativamente ao músculo inteiro. O aumento da superfície de contacto da carne beneficia a absorção de salmoura e a formação da cor (Ruusunen & Puolanne, 2005). Este processo consiste basicamente em colocar a carne no respectivo orifício da picadora, que por acção da rotação do eixo sem-fim é forçada contra as lâminas e placas de pré corte (Ranken, 2003), como representado na Figura 6. A picagem deve ser efectuada o mais rápido possível para evitar o aumento da temperatura da carne, assim como manipulação excessiva e desnecessária que aumente a contaminação bacteriana. Idealmente a salmoura deve ser adicionada logo após

este processo. Porém, se não houver possibilidade de prosseguir com o processo, a carne deve ser armazenada em condições de refrigeração (Ruusunen & Puolanne, 2005).

**Figura 6** – Esquema representativo da acção de uma picadora industrial (adaptado de Ranken, 2003).



### 2.6.3 Massagem

A massagem constitui uma etapa muito importante no fabrico do fiambre pois afecta a capacidade de retenção de água e consequentemente o rendimento do produto (Teixidor, n.d.). A acção mecânica aplicada na carne provoca danos na sua estrutura, aumentando a absorção da salmoura, a extracção de proteína para os espaços intercelulares e a dilatação das fibras musculares (Lachowicz, Sobczak, Gajowiecki & Zych, 2003).

A massagem pode ser efectuada com auxílio de uma misturadora (Figura 7) – massagem por fricção ou de um bombo (Figura 8) – massagem por queda.

**Figura 7** – Braços de uma misturadora industrial.



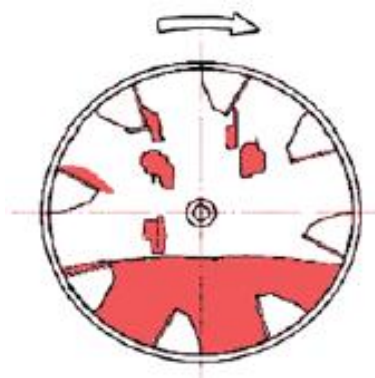
**Figura 8** – Bombo de massagem (adaptado de Teixidor, n.d.)



No primeiro modelo a carne é massajada pela acção contínua dos braços da misturadora. Na massagem por queda a carne é colocada num recipiente de grande dimensões, o bombo ou tambor, que roda em torno do seu eixo. Os pedaços de carne são elevados pelas saliências do interior do bombo até ao seu ponto mais alto, até cair (Figura 9). O impacto da queda produz uma intensa acção mecânica, danificando a estrutura muscular (Teixidor, n.d.).

A massagem por queda não é muito utilizada no fabrico de fiambre a partir de carne picada e de alto rendimento, pois os pequenos fragmentos de carne em conjunto com uma grande quantidade de aditivos e consequentemente de salmoura produzem uma massa altamente pegajosa, que adere às paredes do bombo impedindo a sua própria elevação e consequente queda. A acção dos braços da misturadora é muito mais eficaz, activando grandes quantidades de proteína e provocando o rebentamento das células musculares (Feiner, 2006), o que torna a massagem por fricção o modelo de eleição no fabrico deste tipo particular de fiambre. Durante a massagem a carne deve ser mantida a temperaturas entre os 0 e os 4 °C para prevenir o crescimento e multiplicação bacteriana. (Teixidor, n.d.).

**Figura 9** – Esquema representativo de massagem por queda (adaptado de Teixidor, n.d.)



Existem vários programas de massagem utilizados na indústria de carnes, com destaque para os seguintes (Feiner, 2006):

- Massagem intermitente, na qual a massa é misturada durante um determinado período de tempo, geralmente 20-30 minutos, ficando depois a repousar até o ciclo completar 1 hora antes de ser massajada novamente. Este ciclo deve ser repetido durante 10 a 14 horas sob vácuo.

- Massagem intervalada ou fragmentada, que se caracteriza por longos períodos de mistura, cerca de 3 a 4 hora). A massa deve depois ficar a maturar durante a noite em refrigeração, sendo novamente massajada durante 1 a 2 horas sob vácuo antes de seguir para o enchimento.

- Massagem contínua, na qual a carne é suavemente massajada sob vácuo durante 5 a 6 horas. A mistura é então removida da misturadora ou bombo e colocada em refrigeração durante a noite, para de manhã seguir directamente para o enchimento.

Como referido, após o respectivo programa de massagem a massa deve ser armazenada em condições de refrigeração, etapa que é designada por maturação e é importante para a formação da cor assim como para a extracção e solubilização proteica (Xargayó & Lagares, n.d.)

A aplicação de um vácuo forte (cerca de -0.95 bar) durante a massagem promove um melhor desenvolvimento da cor, um *flavour* mais intenso e também uma maior dilatação das proteínas musculares. A remoção de oxigénio e ausência de pressão durante esta etapa contribui para a formação de uma cor mais forte e intensa porque nestas condições o óxido nítrico formado liga-se de uma maneira mais rápida e eficaz à mioglobina (Teixidor, n.d.). A formação da cor depende também da temperatura de armazenamento da mistura após a massagem e do tamanho dos fragmentos de carne (a cor forma-se mais depressa quando os pedaços são mais pequenos). A massagem sob vácuo também previne a formação de espuma aumentando a coesão do produto final (Feiner, 2006)

#### **2.6.4 Enchimento**

O enchimento é uma etapa do processo de fabrico do fiambre que consiste em colocar a massa já massajada e maturada no interior de invólucros e/ou moldes apropriados. A utilização de moldes, ou nalguns casos apenas do plástico protector vai fazer com que a massa ganhe forma e contornos durante o processamento térmico. Os moldes, que geralmente são de alumínio ou aço inoxidável, devem ter uma camada protectora interior de polietileno, não só

por razões de higiene mas também para evitar a aderência da carne. O plástico termoretrátil é o mais utilizado na indústria de produtos cárneos. Apresenta várias camadas e retrai durante o processamento térmico. Esta retração faz com que o plástico se molde perfeitamente em torno do produto, exercendo a pressão necessária para evitar perdas durante a cozedura. Quando este material é utilizado no enchimento o produto pode ir para a estufa dentro dos moldes ou apenas com o plástico, que assim sendo fica responsável pela forma e contornos do fiambre. Os invólucros sintéticos (polímeros plásticos) devem ser mergulhados em água morna durante 30 minutos antes de serem utilizados (Freixanet, n.d.a)

No caso do fiambre feito a partir de carne picada, o enchimento deve ser efectuado com o auxílio de uma enchedora a vácuo (Figura 10) para eliminar todo o ar da mistura. A presença de bolsas de ar na massa reduz a firmeza, provoca alterações de coloração e pode causar a separação da gordura. O braço ou tubo de enchimento deve ser o mais largo e curto possível, para evitar apertar demasiado a massa à medida que vai passando. A velocidade de enchimento deve ser moderada para evitar a formação de bolsas de ar (Wirth, 1992).

**Figura 10** – Enchedora a vácuo (adaptado de Freixanet, n.d.a)



Após a colocação da carne no invólucro, este deve ser selado através de um sistema de colocação de cliques ou por selagem térmica. A colocação de cliques é muito menos problemática que a selagem térmica, que necessita que o invólucro esteja perfeitamente limpo nos locais de aplicação de calor. Os cliques devem ser aplicados de modo a ficarem justos o suficiente para criar uma tensão que favorece a textura e a firmeza do produto, evitando a danificação dos invólucros (Freixanet, n.d.a).

### 2.6.5 Processamento térmico

O processamento térmico, ou cozedura, pode ser definido como uma fase do fabrico de fiambre na qual a carne passa por uma série de fenómenos físico-químicos, bioquímicos e microbiológicos que vão definir a qualidade do produto, as suas características organolépticas e assegurar a estabilidade microbiológica (Tornberg, 2005). O fiambre deve ser submetido a uma temperatura entre os 74-80 °C até o seu interior atingir os 68-72 °C de modo a garantir os benefícios subjacentes ao tratamento térmico (Varnam & Sutherland, 1995).

A acção do calor promove a coagulação das proteínas da carne, melhorando a coesão e firmeza do produto. Apesar de ser geralmente designado de cozedura, um termo normalmente associado ao ponto de ebulição da água, o tratamento térmico dos produtos cárneos não atinge temperaturas tão elevadas. O termo mais adequado para esta etapa seria pasteurização, uma vez que se refere a um processamento térmico que atinge temperaturas entre os 72 e os 85 °C, que nos produtos cárneos desnaturam as proteínas, favorecem a formação e estabilização da cor, melhoram a textura, intensificam as características organolépticas e destroem os microrganismos patogénicos. Apesar de temperaturas acima dos 72 °C no âmago do produto serem muito mais seguras do ponto de vista microbiológico, têm impacto negativo no rendimento final do produto. Daí a necessidade de aplicar uma temperatura que favoreça simultaneamente a segurança, o rendimento e outros factores. Os produtos pasteurizados podem ser conservados por longos períodos de tempo em condições de refrigeração, abaixo dos 4 °C (Ranken, 2003).

Existem dois tipos principais de cozedura aplicada aos produtos cárneos, em água e a vapor. A cozedura em água consiste basicamente em colocar o invólucro ou molde com a carne em prateleiras ou gavetas de estufas adequadas, que depois de programadas são atestadas de água que rodeia completamente o produto (Lagares, 2006). Este processo tem a grande vantagem de promover excelentes trocas de calor entre a água e a carne, o que permite alcançar as temperaturas necessárias em pouco tempo. Assegura de igual modo uma boa estabilidade microbiológica, textura e rendimento final (Cheng, & Sun, 2007). Os seus principais inconvenientes são ao nível da higiene, pois a água entra em contacto com o produto, e o espaço necessário para colocar o material apropriado. Na cozedura a vapor a grande diferença reside no facto de o vapor ser responsável pela transmissão de calor ao produto. As grandes vantagens deste tipo de cozedura são os seus baixos custos energéticos e fácil manutenção. O seu maior inconveniente é o maior tempo de cozedura pois o vapor nunca consegue envolver a superfície do produto de uma maneira tão homogénea e completa como o banho de água (Lagares, 2006).

## **2.6.5.1 Desenvolvimento de propriedades organolépticas e estabilidade microbiológica**

### **2.6.5.1.1 Estabilização da estrutura muscular – textura**

As proteínas musculares actina e miosina e o colagénio são os grandes responsáveis pela estabilização da estrutura do produto. Os filamentos de actina e miosina, previamente solubilizados pela acção do cloreto de sódio, fosfatos e massagem, são desnaturados por acção da temperatura. Os espaços intercelulares são reduzidos e as fibras musculares compactadas, formando-se uma rede tridimensional capaz de imobilizar água, conferindo consistência e firmeza ao produto final (Tornberg, 2005). Também os aditivos que afectam a capacidade de retenção de água do produto como os carragenatos se tornam mais eficazes quando submetidos a tratamento térmico (Cierach *et al.*, 2009).

### **2.6.5.1.2 Formação do *flavour* e aroma**

O aroma característico do fiambre tem a sua origem na transformação de precursores aromáticos (ácidos gordos, triglicéridos, fosfolípidos, péptidos, aminoácidos), formados nas fases do processo de fabrico prévias ao processamento térmico, em compostos aromáticos propriamente ditos (aldeídos, cetonas, lactonas, álcoois saturados e insaturados, furanos). A aplicação de calor dá origem a uma série de reacções como oxidação, esterificação e reacções de Maillard<sup>1</sup> directamente responsáveis pelo *flavour* típico deste tipo de produtos (Guillard, LeQuere & Vendeuvre 1997; Lagares, 2006).

### **2.6.5.1.3 Estabilização da cor**

A aplicação de temperaturas entre os 70 e os 75 °C provoca a desnaturação da nitrosomioglobina (vermelha) e consequente formação de nitrosohemocromo (rosa) (Zhang *et al.*, 2007). A estabilização deste pigmento é assegurada na fase final do processamento térmico, a uma temperatura igual ou superior a 65 °C (Farmer & Patterson, 1991; Calkins & Hodgen, 2007).

---

<sup>1</sup> - Reacção de Maillard – reacção química entre açúcares redutores e proteínas por acção do calor, que resulta na formação de compostos que além de sabor e *flavour* também conferem uma coloração acastanhada/dourada aos produtos alimentares (Lawrie & Ledward, 2006)



#### **2.6.5.1.4 Estabilidade microbiológica**

A contaminação microbiológica que a carne adquire durante a manipulação nas etapas prévias ao processamento térmico condiciona a salubridade e o período de validade do produto. A cozedura tem por objectivo reduzir esta contaminação para níveis seguros assegurando a estabilidade do fiambre (Varnam & Sutherland, 1995).

Os dois factores que definem o grau de destruição bacteriana são o tempo e a temperatura de cozedura. No caso do fiambre, é necessário assegurar uma temperatura constante de 68-70 °C no âmago durante 30 a 60 minutos. Outro factor a ter em consideração é a capacidade da estufa em atingir rapidamente essas temperaturas. Se o aumento da temperatura for muito lento e o produto permanecer por longos períodos a 40-50 °C, pode haver desenvolvimento de estirpes bacterianas termo-resistentes (Lagares, 2006).

#### **2.6.5.2 Métodos de Cozedura**

##### **2.6.5.2.1. A temperatura constante**

A aplicação de temperaturas constantes constitui o método mais comum de tratamento térmico. Consiste na exposição do produto a água ou vapor a temperaturas entre os 74 e os 80 °C desde o início do processo. A cozedura termina quando são atingidas temperaturas de 69-72 °C no âmago do produto. Geralmente a água ou o vapor são mantidos entre 6 a 10 °C acima da temperatura final pretendida. Se esta diferença de temperatura for muito reduzida (2 ou 3 °C), o tempo de cozedura seria significativamente mais longo. A temperatura central do produto deve ultrapassar o intervalo dos 7 aos 55 °C o mais depressa possível, de modo a evitar não só o crescimento de bactérias (crescem rapidamente entre os 30 e os 55 °C) como o desenvolvimento de estirpes termo-resistentes. A grande vantagem da utilização de temperaturas constantes é o menor tempo de cozedura, pois o âmago do produto atinge mais depressa a temperatura necessária. Como inconveniente destacam-se as perdas por cozedura ligeiramente superiores aos outros métodos (Toldrá, 2010).

##### **2.6.5.2.2 Passo-a-passo**

Neste método o produto é exposto a uma temperatura de cerca de 60 °C durante um período de tempo específico de acordo com o tamanho e diâmetro do produto (geralmente 1 hora), numa primeira fase. As proteínas da carne são desnaturadas a 60-65 °C, e a aplicação de temperaturas mais elevadas no início do processo pode afectar o rendimento final do

produto. A temperatura é então aumentada para os 70 °C durante um outro intervalo de tempo (usualmente mais 1 hora). Numa última fase do tratamento térmico a temperatura é elevada para os 74-80 °C até ser atingida a temperatura desejada no âmago do produto. Apesar da cozedura passo-a-passo não ser tão rápida como a temperatura constante, as perdas durante este tipo de processamento são menores e consequentemente o rendimento final é superior. O aumento gradual de temperatura ao longo do tempo também contribui para uma excelente formação e estabilização da cor. A principal desvantagem é a maior probabilidade de desenvolvimento microbiano que advém de um maior tempo de cozedura, sobretudo se o produto permanecer entre os 7 e os 55 °C por longos períodos de tempo (Lagares, 2006).

#### **2.6.5.2.3 Delta T ( $\Delta T$ )**

Neste método de tratamento térmico o produto começa por ser submetido a temperaturas de 60-65 °C. É colocada uma sonda no interior de uma das unidades que estão a ser confeccionadas para se determinar a diferença de temperatura entre o interior da estufa e o âmago do produto ( $\Delta T$ ). O valor de  $\Delta T$  é geralmente entre 25 e 30 °C. Assim, se o  $\Delta T$  for de 25 °C, numa primeira fase do processo a temperatura da câmara ou estufa deve permanecer estável a uma certa temperatura, por exemplo 65 °C, até o centro do produto atingir os 40 °C, isto é, até a diferença entre ambos alcançar o valor de  $\Delta T$ . Depois desta fase inicial, a temperatura dentro da câmara é aumentada, aumentando também a temperatura do interior do produto. O valor de  $\Delta T$  pré estabelecido é mantido até a temperatura da câmara atingir o seu limite máximo, geralmente entre os 78 e os 80 °C. Nesta altura, a diferença de temperatura entre a câmara e o âmago do produto diminui e afasta-se do valor estabelecido. O processo termina quando o centro do produto atinge uma temperatura pré determinada (usualmente entre os 69 e 72 °C). A grande vantagem da cozedura  $\Delta T$  é que permite obter os melhores rendimentos dos três métodos. A desvantagem é o período de cozedura muito prolongado (Boles & Swan, 2002; Toldrá, 2010).

#### **2.6.5.3 Arrefecimento**

Depois de atingidas as temperaturas necessários no âmago do produto, este deve ser submetido a um rápido arrefecimento. Este arrefecimento é geralmente alcançado com um duche de água fria durante 10 a 15 minutos e tem por objectivo reduzir a temperatura interna do produto para os 40-50 °C. Este duche pode ser efectuado directamente na estufa, quando estas têm capacidade para tal (Desmond, Kenny, Ward & Sun 2000).

Após este arrefecimento o produto deve ser colocado numa câmara frigorífica ou num túnel de refrigeração durante 24 horas a cerca de 0 °C de modo a diminuir gradualmente a sua temperatura interna até aos 4 °C. É importante reduzir rapidamente a temperatura da carne dos 55 para valores abaixo dos 10 °C para evitar a germinação de esporos de bactérias como *Bacillus* spp. e *Clostridium* spp. que eventualmente tenham sobrevivido ao tratamento térmico (Desmond, Kenny & Ward, 2002). Temperaturas abaixo dos 4 °C são particularmente eficazes contra microrganismos sobreviventes como *Salmonella* spp. e *Staphylococcus aureus*. Para além disso, o arrefecimento rápido favorece a formação do gel de carragenato e proteínas solubilizadas (Varnam & Sutherland, 1995). O arrefecimento lento, com o produto a permanecer por longos períodos a temperaturas entre os 55 e os 10 °C, aumenta consideravelmente a probabilidade de desenvolvimento microbiano. As bactérias Gram positivas, que crescem e se multiplicam a estas temperaturas, constituem um sério risco de intoxicação alimentar e encurtam significativamente a validade dos géneros alimentícios, o que reforça a importância de se atingir rapidamente a temperatura final de 0-3 °C (Ranken, 2003). O produto não deve ser apertado, esmagado ou colocado sob qualquer tipo de tensão (empilhado), durante o arrefecimento pois a danificação da estrutura do gel pode levar à formação de exsudados (Varnam & Sutherland, 1995).

Os produtos nunca devem ser colocados directamente numa câmara de refrigeração sem antes passar pelo duche de água fria. Caso contrário, a água presente nas camadas mais superficiais do produto solidifica enquanto o interior permanece quente. Quando os cristais de gelo fundem a matriz deteriorada de gel e proteínas não consegue imobilizar água no seu interior e a capacidade de retenção de água diminui, com consequente formação de exsudado (Parker, 2003)

#### **2.6.6 Tranchagem**

A maioria dos fiambres de alto rendimento é comercializada sob a forma de fatias em embalagem de atmosfera modificada. O produto deve ser arrefecido (temperatura entre 0 e -1 °C) de modo a facilitar e acelerar a tranchagem levada a cabo por fatiadoras automáticas. Durante este processo deve ser evitada a todo o custo a condensação de vapores, que pode provocar deterioração, descoloração, e redução do período de validade do produto, pois favorece o desenvolvimento bacteriano ao aumentar o valor de  $a_w$ . As instalações destinadas a este processo geralmente apresentam temperaturas entre os 10 e os 12 °C e uma humidade relativa entre os 45 e os 60% de modo a diminuir a probabilidade de formação de condensação pela diferença de temperatura entre o produto arrefecido e a temperatura na zona

dos fatiados (Feiner, 2006). Os requisitos higiênicos do equipamento e trabalhadores durante esta fase são muito elevados. A contaminação por parte do pessoal ou das máquinas fatiadoras reduz consideravelmente a validade do produto, que não volta a ser submetido a qualquer tipo de tratamento que elimine microrganismos e assegure a sua estabilidade. Diversos estudos já demonstraram que é possível a contaminação de produtos a partir das fatiadoras com *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* e *Enterobacteriaceae* e particularmente *Escherichia coli*, sobretudo nas primeiras fatias de cada máquina (Pérez-Rodríguez *et al.*, 2007). É por estas razões microbiológicas e higiênicas, e também para evitar a condensação que todo este processo deve ser efectuado a baixas temperaturas. O fiambre é geralmente processado em fatias com 8-10 mm de espessura antes de ser colocado nas respectivas embalagens e devidamente selado (Feiner, 2006).

### 2.6.7 Embalagem

A embalagem constitui o último passo do processo de fabrico do fiambre, sendo imprescindível para assegurar um bom prazo de validade e constituindo a barreira final entre o produto e os perigos e agressões que advêm das operações de transporte e armazenamento (Nollet & Toldrá, 2006). Graças ao desenvolvimento e avanços tecnológicos na indústria alimentar é possível remover todo o ar do interior de uma embalagem e substituí-lo por um gás ou mistura de gases – Embalagem em Atmosfera Modificada (EAM). Nesta tecnologia, cada vez mais utilizada na indústria de carnes, é fundamental determinar a melhor combinação de gases que resulte numa maior segurança, qualidade e validade do produto (McMillin, 2008). O dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), pelas suas propriedades antimicrobianas, e o azoto (N<sub>2</sub>), por ser inerte, são os gases mais aplicados nas embalagens de produtos alimentares, particularmente fiambre fatiado (García-Esteban, Ansorena & Astiasarán, 2004). Para além dos benefícios do ponto de vista microbiológico, os gases aplicados também retardam fenómenos químicos e bioquímicos responsáveis pela deterioração do produto, melhorando a aparência e beneficiando a sua comercialização. A mistura gasosa mais utilizada nas embalagens de fiambre é formada por 70% N<sub>2</sub> e 30% CO<sub>2</sub> (Parra *et al.*, 2010).

O dióxido de carbono é um gás incolor e com um odor ligeiramente acre. É solúvel em água e forma ácido carbónico (H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) em solução, reduzindo o valor de pH. Quando é aplicada uma mistura de gases com mais de 60% de dióxido de carbono, a quantidade de ácido carbónico produzido pode afectar o sabor do produto, tornando-o mais ácido e azedo. Para além do sabor, elevadas concentrações deste gás também podem originar um excesso de exsudação e cheiros anormais das gorduras (Jacobsen & Bertelsen, 2002). O CO<sub>2</sub> é muito

eficaz contra bactérias Gram-negativas, sendo por isso considerado o agente antimicrobiano primário na tecnologia das EAM (Nollet & Toldrá, 2006). Apesar do mecanismo do efeito inibitório do CO<sub>2</sub> não estar perfeitamente clarificado, existem várias hipóteses que o tentam esclarecer: redução ligeira do pH da carne; capacidade de penetração através das membranas bacterianas, reduzindo o pH citoplasmático e perturbando os seus processos metabólicos; inibição da absorção de substratos por parte dos microrganismos; inibição directa das enzimas das bactérias. A solubilidade do dióxido de carbono na carne, particularmente na fase aquosa e fase lipídica, é muito elevada, pelo que quando aplicado nas embalagens, a concentração de CO<sub>2</sub> diminui significativamente até se atingir o ponto de saturação ou equilíbrio do produto (Nollet & Toldrá, 2006). A quantidade de gás absorvido pode ser tão grande ao ponto de provocar o colapso da embalagem, prejudicando a aparência do produto (Schirmer & Langsrud, 2010). A solubilidade do dióxido de carbono aumenta com a diminuição da temperatura, e também a sua actividade antimicrobiana é consideravelmente maior abaixo dos 10 °C (Devlieghere *et al.*, 2001).

O azoto é um gás inerte, incolor, inodoro e insípido (McMillin, 2008). Não é inflamável, tem uma densidade mais baixa que o ar e, ao contrário do dióxido de carbono, é pouco solúvel em água e gordura. O N<sub>2</sub>, apesar de não ter qualquer efeito na coloração e microbiologia do produto, afecta indirectamente o seu período de validade pois como substitui o oxigénio, impede o crescimento e multiplicação de bactérias aeróbias (Møller, Jensen, Olsen, Skibsted, & Bertelsen, 2000). Em produtos cozidos não curados, a supressão de oxigénio é fulcral para evitar a rancificação e perda do *flavour* característico. O azoto, devido à sua baixa solubilidade, quando é usado em misturas gasosas, sobretudo para limitar a quantidade de dióxido de carbono aplicada, previne o colapso da embalagem (Nollet & Toldrá, 2006).

Existem diversas embalagens destinadas a produtos alimentares, e no caso particular do fiambre, a escolha recai geralmente nas de polietileno. O polietileno de baixa densidade é um plástico barato, quimicamente inerte, fortemente usado pelas suas propriedades de termossoldagem a temperaturas relativamente baixas (20 °C) e formatibilidade. Constitui uma excelente barreira ao vapor de água e é muito resistente a abrasões e agressões externas (Coles, McDowell & Kirwan, 2003).

O fiambre fatiado deve ser colocado nas embalagens de modo e não interferir com a soldadura da película. A impermeabilidade à água e oxigénio é importante para prevenir o crescimento de microrganismos aeróbios como *Pseudomonas* spp. No topo da embalagem são geralmente impressas as marcas e origem do produto assim como a sua informação nutricional e (por vezes) imagem. A colocação de uma representação gráfica ou mesmo

fotografia do produto na embalagem torna-o mais atractivo para os consumidores e protege o seu conteúdo da exposição à luz, prevenindo a sua descoloração (Coles *et al.*, 2003). As embalagens devem ser armazenadas a temperaturas entre -1 e +2 °C, as quais inibem drasticamente o crescimento e multiplicação de microrganismos, e também a germinação de esporos que eventualmente tenham sobrevivido ao processamento térmico (Fernandes, 2009).



### **3. Implicações da redução de sódio no fiambre**

#### **3.1 Justificação dos objectivos propostos**

Este projecto, que recebeu a denominação de “Low Sodium”, tinha por objectivo a formulação de um fiambre com reduzido teor de sódio por substituição directa por outros aditivos com a mesma função tecnológica. O sódio desempenha importantes funções sobretudo a nível tecnológico e organoléptico, sendo que também interfere com a estabilidade microbiológica e respectiva validade do produto final. Logo, para além de estabelecer uma nova fórmula para o fiambre com outros ingredientes também era importante avaliar as implicações da substituição do cloreto de sódio.

Foram utilizados dois substitutos de cloreto de sódio na realização dos testes: SOLO<sup>®</sup> e cloreto de potássio (KCl). O substituto designado por SOLO<sup>®</sup>, cuja informação técnica se encontra no Anexo V (Fig.26), consiste numa mistura que contém 41 % cloreto de sódio, 41 % cloreto de potássio e os restantes 17% correspondem sobretudo a sais de magnésio, apesar de também ter vestígios de outros minerais. A sua incorporação em produtos alimentares permite uma redução de aproximadamente 60 % da quantidade de NaCl. A substituição do cloreto de sódio nos testes não era limitada apenas ao sal refinado propriamente dito, mas também ao sal nitritado. O sal nitritado utilizado na fábrica onde decorreu o projecto é designado DP e consiste em 95 % cloreto de sódio e 5 % nitrito de sódio. Assim, quando necessário bastava trocar os 95 % de NaCl por SOLO<sup>®</sup> ou KCl e completar com os 5 % de nitrito de sódio.

Quando utilizado no fabrico de produtos cárneos, o cloreto de sódio promove a solubilização de proteínas o que possibilita a retenção de maiores quantidades de água, afectando a textura do produto final (Desmond, 2006). A substituição de NaCl tem implicações ao nível do processo tecnológico, incluindo a preparação da salmoura, cujos ingredientes precisam de ser adicionados segundo uma determinada ordem devido sobretudo a incompatibilidades entre eles e necessidades de maiores quantidades de água livre para se dissolverem completamente (Feiner, 2006). Para conseguir ultrapassar esta dificuldade, quando surgiam quaisquer problemas na preparação da salmoura ou no decorrer do processo propriamente dito, eram identificados os ingredientes incompatíveis responsáveis por essas contrariedades, e se possível substituídos por substâncias similares (outras marcas, ligeiras alterações na sua constituição, etc.)

O cloreto de sódio é um intensificador de sabor muito eficaz, afectando as características sensoriais do produto, particularmente o sabor (Desmond, 2006). Esta característica do NaCl constitui um obstáculo na sua substituição no fabrico de um produto



cárneo. Para avaliar esta consequência da redução do teor de sódio no fiambre, os testes eram sujeitos a análise sensorial com um painel de 20 provadores dos diferentes departamentos da fábrica.

A inibição do crescimento e multiplicação bacteriano é outra das importantes funções do cloreto de sódio nos produtos cárneos, afectando a sua validade (Freixanet, n.d.a). Para averiguar as implicações da redução do sódio na estabilidade microbiológica o produto teste que apresentou a menor quantidade de sódio (determinada por fotometria de chama por laboratório acreditado conforme Anexo II, Fig. 22 e 23), foi submetido a análises microbiológicas – contagem de *Listeria monocytogenes*, *Enterobactereaceas*, *Lactobacillus* spp., microrganismos aeróbios psicrotróficos, e análises físico-químicas - pH. Estas análises foram efectuadas simultaneamente a um teste e controlo, de modo a comparar os resultados de ambos e tirar as respectivas conclusões acerca dos efeitos da substituição do cloreto de sódio no período de validade dos produtos.

## 4. Material e Métodos

### 4.1 Formulação da salmoura

Numa fase inicial do projecto foi estabelecida uma fórmula base para a salmoura com os seguintes ingredientes: água, sal (ou respectivos substitutos), dextrose, fosfato, carragenato, sal nitritado e eritorbato. Esta fórmula (Quadro 6) foi estabelecida de modo a ser obtido de um rendimento de 25% do produto final.

**Quadro 6** – Fórmula base da salmoura

<b>Ingredientes</b>	<b>Quantidade (%)</b>
<b>Água</b>	19.8
<b>Sal Refinado</b>	1.875
<b>Dextrose</b>	1.875
<b>Fosfato</b>	0.625
<b>Carragenato</b>	0.375
<b>Sal Nitritado</b>	0.375
<b>Eritorbato</b>	0.075
<b>Total</b>	<b>25.000</b>

Após ter sido estabelecida a fórmula base para o controlo, foram feitas as alterações necessárias, nomeadamente substituição de ingredientes responsáveis pelos maiores aportes de sódio - o sal refinado e o sal nitritado. Para além do controlo foram fabricados três testes diferentes: no teste 1 o cloreto de sódio foi substituído na íntegra, inclusivé no sal nitritado, pelo substituto SOLO<sup>®</sup>; no teste 2 o cloreto de sódio foi também totalmente substituído, mas desta vez por cloreto de potássio; e no teste 3 foi utilizado o substituto SOLO<sup>®</sup> em vez de sal refinado, e cloreto de potássio em vez de cloreto de sódio no sal nitritado.

Para a produção dos testes 1, 2 e respectivo controlo foram requisitados 15 kg de perna de suíno (5 kg para cada fiambre), o que significa que o volume de salmoura a adicionar seria de 1.25 litros. Porém, de modo a facilitar a sua preparação, foram feitos 2 litros de salmoura para cada fiambre, sendo posteriormente eliminada uma parte para ser adicionado o volume previsto. Para o teste 3 foram requisitados 60 kg de carne (30 kg para novo controlo e outros 30 kg para o teste propriamente dito), devido à necessidade de produzir uma maior quantidade de fiambre para poder ser submetido a provas microbiológicas para determinação do seu período de validade. Mais uma vez o volume de salmoura produzido também foi superior ao que era necessário (10 litros quando eram precisos 7,5) de modo a dar alguma margem de

segurança e facilitar a preparação. As fórmulas para o controlo e testes 1 e 2 são apresentadas nos Quadros 7 e 8.

**Quadro 7** – Fórmula para o controlo e testes 1 e 2.

	Controlo	Teste 1	Teste 2
Ingredientes	Quantidade (Kg)	Quantidade (Kg)	Quantidade (Kg)
Água	1.584	1.584	1.584
Sal Refinado	0.15		
SOLO®		0.15	
Cloreto de Potássio (KCl)			0.15
Dextrose	0.15	0.15	0.15
Fosfato	0.05	0.05	0.05
Carragenato	0.03	0.03	0.03
Eritorbato	0.006	0.006	0.006
Sal Nitritado 1 (DP 95%NaCl+5%NaNO <sub>2</sub> )	0.03		
Sal Nitritado 2 (95%SOLO+5%NaNO <sub>2</sub> )		0.03	
Sal Nitritado 3 (95%KCl+5%NaNO <sub>2</sub> )			0.03
<b>Total</b>	<b>2.000</b>	<b>2.000</b>	<b>2.000</b>

**Quando 8** – Fórmula do teste 3.

	Controlo	Teste 3
Ingredientes	Quantidade (Kg)	Quantidade (Kg)
Água	7.92	7.92
Sal Refinado	0.75	
SOLO®		0.75
Dextrose	0.75	0.75
Fosfato	0.25	0.25
Carragenato	0.15	0.15
Eritorbato	0.03	0.03
Sal Nitritado 1 (DP 95%NaCl+5%NaNO <sub>2</sub> )	0.15	
Sal Nitritado 3 (95%KCl+5%NaNO <sub>2</sub> )		0.15
<b>Total</b>	<b>10.00</b>	<b>10.00</b>

## 4.2 Fabrico do fiambre

As amostras foram feitas no laboratório piloto de ensaios de uma empresa de produtos cárneos. A carne, requisitada consoante a quantidade de fiambre pretendida, era picada com auxílio de uma picadora industrial (Figura 11). Os pedaços de carne eram depois pesados e armazenados em câmara frigorífica até adição da salmoura. As salmouras eram preparadas em recipientes apropriados, sendo que 20 a 30 % da quantidade total de água necessária era sob a forma de gelo. Os ingredientes, pesados de acordo com a fórmula base, eram adicionados de acordo com a seguinte ordem: fosfato, sal (ou substitutos), sal nitritado, dextrose, carragenato e eritorbato. Cada ingrediente só era acrescentado após completa dissolução do ingrediente anterior. A quantidade de salmoura adequada para misturar à carne picada era então acertada na balança, pois como já foi referido era produzida uma quantidade superior ao que era necessário para facilitar a sua preparação e dar alguma margem de segurança. Após adição da salmoura à carne picada procedeu-se à massagem. No caso dos testes 1 e 2, com apenas 5 kg cada, a massagem foi feita manualmente, durante cerca de 15 minutos e até a carne absorver totalmente a salmoura. O teste 3, e respectivo controlo, com 30 kg cada, foram massajados com auxílio de uma misturadora a vácuo (Figura 12), durante cerca de 20 minutos até a salmoura ser totalmente absorvida.

**Figura 11** – Picadora industrial.



**Figura 12** – Misturadora a vácuo.



Após massagem, os testes e controlo ficaram a maturar durante 24 horas em câmara de refrigeração. No dia seguinte procedeu-se ao enchimento das amostras, com uma enchedora a vácuo (Figura 13). Já nos respectivos invólucros, a carne foi submetida a tratamento térmico até o âmago atingir os 68 °C, cerca de 80 °C no interior da estufa (Figura 14). A temperatura no interior do produto foi controlada com uma sonda colocada numa das amostras antes da cozedura. Terminado o tratamento térmico, seguiu-se o arrefecimento, por meio de um duche de água fria, ainda dentro da estufa, com duração entre 10 a 15 minutos. Depois de arrefecido, o fiambre foi colocado novamente numa câmara de refrigeração durante algumas horas. Antes de serem fatiadas, as barras de fiambre foram ainda arrefecidas até aos 0 °C, de modo a acelerar e facilitar a tranchagem, levada a cabo por fatiadoras automáticas Weber 604. As fatias de fiambre, com cerca de 1 mm de espessura, foram pesadas e embaladas em embalagem de atmosfera modificada com 70% N<sub>2</sub> e 30% CO<sub>2</sub> (Anexo IV, Fig.25) por uma embaladora termoformadora com aposição superior de película de polietileno de baixa densidade (de reduzida permeabilidade aos gases) por termossoldagem, que injectava a mistura de gases após realizar um ciclo de vácuo. É de salientar que as análises microbiológicas e físico-químicas para avaliação do período de validade das amostras tiveram início no próprio dia em que o fiambre foi fatiado e embalado.

Todo o processo de fabrico do fiambre encontra-se resumido na Figura 15.

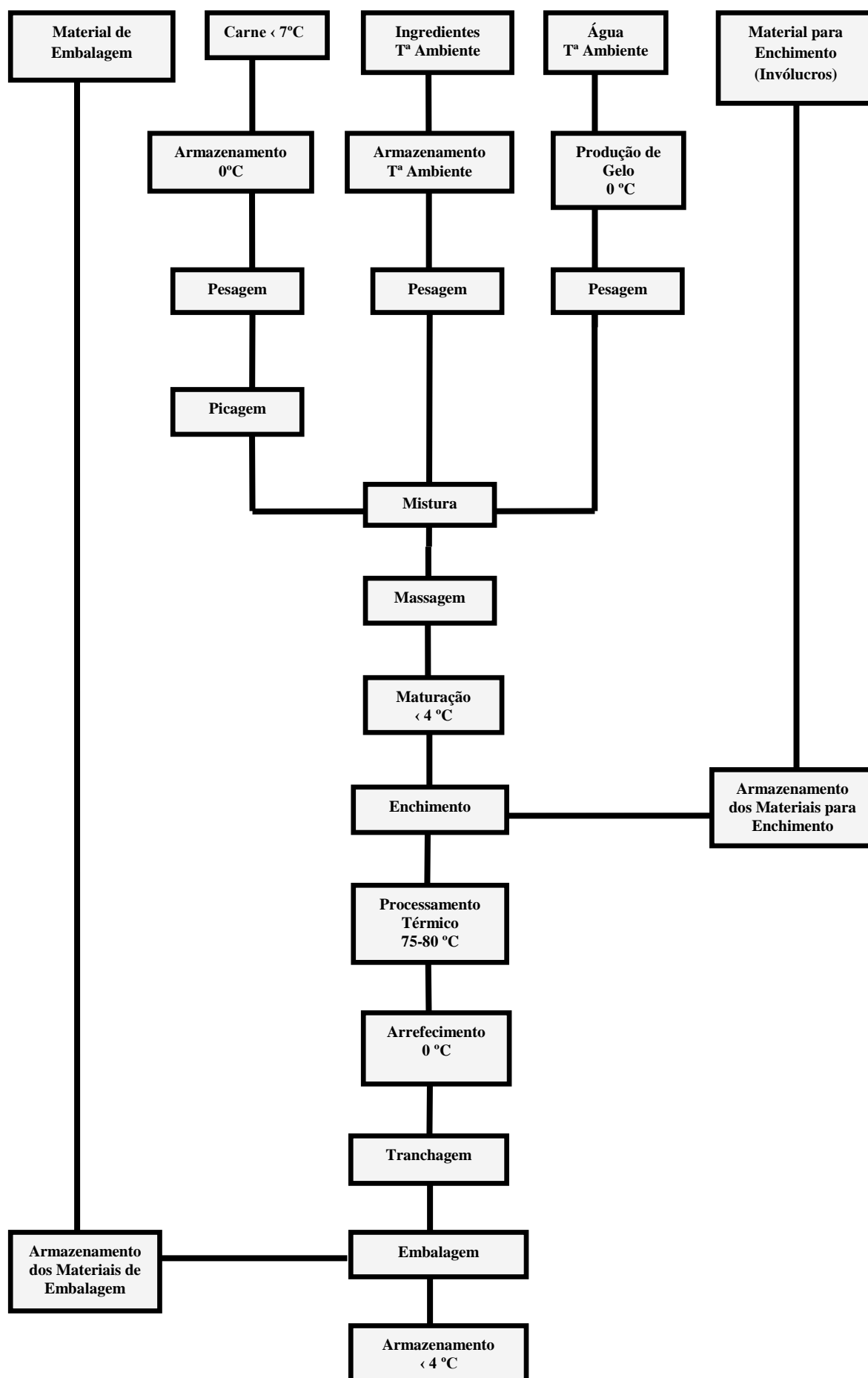
**Figura 13** – Enchedora a vácuo.



**Figura 14** – Estufa.



**Figura 15** – Diagrama de fabrico do fiambre de acordo com o processo descrito.



#### 4.2.1 Implicações tecnológicas da substituição do cloreto de sódio

Numa fase inicial do projecto, ocorreu um factor negativo imponderado durante a preparação das salmouras nas quais o sal refinado era substituído por SOLO®. Após homogeneização de todos os ingredientes, as salmouras com este substituto de sal ficavam relativamente espessas, chegando mesmo a gelificar nalguns casos, sobretudo quando ficavam muito tempo em repouso. Neste estado, a salmoura não era convenientemente absorvida pela carne durante a massagem e seguramente entupiria as agulhas tornando o processo inviável para ser aplicado em indústria. Este fenómeno teve como provável responsável o magnésio presente na constituição do SOLO®, visto que no controlo e no teste em que o cloreto de sódio foi substituído por cloreto de potássio tal não se verificou. A explicação para esta reacção tem então por base os iões  $Mg^{2+}$  presentes na constituição do substituto de sal, que formaram ligações iónicas com os radicais do colóide posteriormente adicionado. O carragenato é um colóide que apesar de gelificar a quente, também pode, na presença de catiões divalentes como o  $Mg^{2+}$  e o  $Ca^{2+}$  gelificar a frio (Holman & Stone, 2001).

A solução encontrada passou por substituir o fosfato inicialmente utilizado, o Pentafofos P, pelo Tripolifosfato de sódio (STPP). Este último, apesar de não ser tão solúvel como o Pentafofos P, tem um maior efeito quelante de iões metálicos. A utilização deste fosfato permitiu diminuir a quantidade de iões  $Mg^{2+}$  livres no meio, que assim sendo não interagiram com o colóide e não causaram a sua gelificação a frio. A salmoura com o STPP, apesar de ligeiramente espessa não gelificou, e possivelmente poderia ser injectada na carne sem entupir as agulhas, o que tornava o processo viável para ser aplicado na linha de produção de uma fábrica de produtos cárneos (Holman & Stone, 2001). As fichas técnicas dos dois fosfatos encontram-se no Anexo VI – figuras 27 e 28.

### 4.3 Análises Microbiológicas

A avaliação da estabilidade microbiológica das amostras foi efectuada por duas vezes e teve a duração de 6 semanas (Quadro 9), equivalente a 45 dias, o que representa a validade comercial do fiambre. Durante esse período foram submetidas a análises microbiológicas e físico-químicas dois controlos e dois testes, de modo a obter os resultados em duplicado. Para complementar esta análise foi feita uma avaliação organoléptica (cheiro, cor e sabor) pelo próprio executante, o que permitia detectar e comparar alterações do teste e controlo e associar essas mesmas alterações às contagens obtidas.

**Quadro 9** – Calendário das análises microbiológicas, físico-químicas e organolépticas.

	<b>Datas previstas de análise</b>					
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6
1ª Avaliação do período de validade	<b>11/01</b>	<b>18/01</b>	<b>25/01</b>	<b>01/02</b>	<b>08/02</b>	<b>15/02</b>
2ª Avaliação do período de validade	<b>22/02</b>	<b>01/03</b>	<b>08/03</b>	<b>15/03</b>	<b>22/03</b>	<b>29/03</b>

As embalagens de fiambre estavam armazenadas em câmara de refrigeração, cuja temperatura era controlada para garantir que as amostras permanecessem entre os 0 e os 4°C. A primeira avaliação da validade do produto não pôde ser concluída, uma vez que entre a terceira e a quarta semana de análises a câmara frigorífica avariou, devido à formação de gelo no condensador. A avaria não foi imediatamente detectada porque o termómetro da câmara, que estava acoplado ao condensador, ficou completamente envolvido por gelo, e como consequência o display exibia uma temperatura de 0 °C. Para evitar que o mesmo sucedesse durante a segunda avaliação as novas amostras foram colocadas numa outra câmara frigorífica, cuja temperatura era controlada através de um data logger (cujos registos obtidos confirmam que se manteve entre os 0 e os 4 °C durante as seis semanas). Devido à avaria da câmara os resultados da primeira avaliação da validade das amostras terminam entre a terceira e quarta semana, quando o fiambre já se encontrava bastante alterado e a contagem de bactérias não foi possível, com placas incontáveis mesmo nas diluições mais elevadas.



### 4.3.1 Preparação da amostra

Segundo a Norma Portuguesa 2079 (1989) foram recolhidas aleatoriamente pequenas porções da amostra até perfazer um total de 10 g. De seguida foram adicionados 90 ml de uma solução de Triptona<sup>2</sup> sal esterilizada, homogeneizando-se a mistura num aparelho Stomacher Lab-Blender 400 durante cerca de 2 minutos.

A partir desta suspensão inicial efectuaram-se diluições decimais, também com a solução de Triptona sal, conforme a Norma Portuguesa 3005 (1985).

No caso particular da *Listeria monocytogenes*, a pesquisa foi efectuada em 25 g de produto recolhidas aleatoriamente, homogeneizadas no aparelho Stomacher com 225 ml de Fraser I (meio de enriquecimento selectivo, Sharlau, Espanha) de acordo com a norma ISO 11290 – 1 (1996).

### 4.3.2 Contagem de microrganismos psicrotróficos

Realizou-se sementeira por incorporação de 1 ml de inóculo de cada um das diluições julgadas convenientes em meio de cultura Triptona Glucose Extract Agar (Sharlau, Espanha). A contagem das colónias foi efectuada após incubação a  $6.5\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , durante 10 dias de acordo com a Norma Portuguesa 2307 (1987). Os resultados foram expressos em log ufc/g.

### 4.3.3 Contagem de *Enterobactereacea*

Realizou-se sementeira por incorporação de 1 ml de inóculo de cada uma das diluições consideradas em meio de cultura VRBD (agar violeta de cristal vermelho neutro bÍlis glucose, Sharlau, Espanha). A contagem das colónias características (coloração rosa a vermelha, com ou sem halo de precipitação de sais biliares) foi efectuada após incubação a  $37\text{ }^{\circ}\text{C}$  durante 24 horas de acordo com a Norma Portuguesa 4137 (1991). Os resultados foram expressos em log ufc/g.

### 4.3.4 Contagem de bactérias ácido-lácticas

Realizou-se sementeira por incorporação de 1 ml de inóculo de cada uma das diluições escolhidas em meio de cultura MRS (Man Rogosa Sharpe agar, Sharlau, Espanha). A contagem das colónias características (coloração rosa a vermelha) efectuada após incubação

---

<sup>2</sup> Composição: 1g triptona (Scharlau, Espanha) e 8,5g de cloreto de sódio (Scharlau, Espanha) para um litro de água destilada.

em jarra de anaerobiose a 30 °C durante 72 horas de acordo com a Norma ISO 15214 (1998). Os resultados foram expressos em log ufc/g.

#### **4.3.5 Pesquisa de *Listeria monocytogenes***

A pesquisa de *Listeria monocytogenes* foi efectuada a partir de 25 g de amostra de fiambre, enriquecida nos meios de Fraser I (meio de enriquecimento selectivo primário) e posteriormente Fraser II (meio de enriquecimento selectivo secundário), incubados 24 horas cada um, a 30 °C e 37 °C, respectivamente. Após este período de enriquecimento foram semeados 0.1 ml de inóculo na superfície do meio de cultura selectivo ALOA (*Listeria* Agar Selectiva segundo Ottaviani & Agosti, Sharlau, Espanha), seguidos de incubação a 37 °C durante 24 a 48 horas, segundo a Norma ISO 11290 – 1 (1996).

No caso de surgirem colónias suspeitas (azuis esverdeadas com halo opaco), estas seriam isoladas em meio de cultura TSA (Tryptona Soja Agar, Sharlau, Espanha), incubado a 37 °C durante 24 horas, para depois serem submetidas a testes bioquímicos miniaturizados API (ISO 11290–1, 1996).

#### **4.4 Análises físico-químicas**

##### **4.4.1 Determinação do pH**

Após a homogeneização das amostras, foi realizada a determinação do pH com auxílio de um eléctrodo WTW Sentix 62 previamente calibrado, acoplado a um potenciómetro Hi 9025, de acordo com a Norma Portuguesa 3441 (1990).

#### **4.5 Análise Sensorial**

A análise sensorial baseia-se na identificação, medição científica, análise e interpretação de propriedades organolépticas de um produto tal como são percebidas pelos órgãos dos sentidos: visão, olfacto, sabor, tacto e audição (ISO/DIS 5492, 1985). A análise sensorial implica a utilização de um grupo de provadores cuja sensibilidade e capacidade de reproduzir as sensações assume enorme importância para a validade dos resultados. Portanto, na constituição de um painel são observadas nos indivíduos diversas características que podem afectar as suas respostas perante os estímulos. O painel pode ser estabelecido com base na formação dos provadores, que pode ser simples ou complexa mediante a análise a efectuar (Meilgaard, Civille & Carr, 2007).

A análise sensorial como método científico usa testes sensoriais realizados por analistas sensoriais, que participam em cursos de treino e são escolhidos com base nas suas aptidões. Porém, as provas também podem ser efectuadas de modo não científico, por provadores organolépticos, sem qualquer tipo de treino, que confundem os testes de qualidade com avaliações hedónicas e permitem que a sua opinião seja influenciada (Carpenter, Lyon & Hasdell, 2000).

Segundo a Norma ISO 6658 (1985), a sala de prova deve ser um local isento de distrações, onde existe uma cabine individual para cada provador proceder à realização da prova sem ser incomodado ou influenciado por outro. A preparação das amostras nunca deve ser feita durante o teste. A sala deve estar a uma temperatura confortável, insonorizada e inodora. Os provadores devem receber instruções para não fumar nem consumir qualquer tipo de alimento ou bebida à excepção de água uma hora antes da prova. Indivíduos com problemas de saúde devem ser excluídos do painel até recuperarem. A altura do dia em que se realizam as provas é importante. Os provadores têm uma maior sensibilidade a meio da manhã e meio da tarde, sendo importante evitar realizar testes pouco tempo antes ou depois de uma refeição.

Para análise sensorial das amostras de fiambre produzido neste projecto foi utilizado o teste duo-trio, que é um teste analítico descritivo, para o qual é recomendado um painel de pelo menos 20 provadores (ISO 6658, 1985).

O teste duo-trio é utilizado para detectar diferenças sensoriais entre amostras. Cada provador recebe uma referência seguida por duas amostras codificadas, uma das quais idêntica à referência. Os provadores recebem instruções para indicar qual das amostras é semelhante ao padrão, ou dar o seu melhor palpite, mesmo que incerto, ou seja, a escolha é forçada (ISO 10399, 2004).

A análise sensorial foi então efectuada por um painel de 20 provadores dos diferentes departamentos da fábrica. O painel de provadores foi devidamente seleccionado com base em resultados de testes de análise sensorial nos quais participou uma parte significativa dos trabalhadores da fábrica. Os provadores foram divididos em 5 grupos de 4 elementos, uma vez que a sala de prova tinha apenas 4 cabines de prova. Antes de iniciar a prova era explicado a cada grupo como preencher correctamente a ficha de resposta (Anexo III, Fig.24). Numa primeira fase os provadores recebiam uma amostra designada de “Referência”, seguida de duas amostras aleatoriamente codificadas com 3 algarismos. As amostras eram apresentadas sob a forma de fatias enroladas com cerca de 1 mm de espessura, colocadas no centro dos pratos. Os provadores recebiam instruções para passar a boca por água entre amostras. No final as respostas eram corrigidas de acordo com uma tabela onde constavam os

códigos de cada amostra e a que produto correspondiam. Os resultados das provas efectuadas ao fiambre produzido foram depois sujeitos a tratamento estatístico (teste de significância), para averiguar se os provadores conseguiam ou não distinguir os testes e o controlo.

Neste caso a hipótese nula ( $H_0$ ) diz que não é possível distinguir o teste do controlo, e assim sendo a probabilidade de identificar a amostra idêntica à referência é de 50 % ( $P_0 = \frac{1}{2}$ ) (ISO 6658, 1985). A interpretação dos resultados baseia-se no número total de julgamentos obtidos versus o número de julgamentos correctos (Quadro 10). Se o número de julgamentos correctos for superior ou idêntico ao valor tabelado correspondente ao total de respostas obtidas (que neste caso são 20), pode-se concluir que existe diferença significativa entre o controlo e teste para o respectivo nível de significância (ISO 10399, 2004).

**Quadro 10** – Número mínimo de respostas correctas necessário para estabelecer nível de significância (adaptado da Norma ISO 10399, 2004)

Total de Respostas	Nível de probabilidade						
	5%	4%	3%	2%	1%	0,5%	0,1%
10	9	9	9	9	10	10	10
11	9	9	10	10	10	11	11
12	10	10	10	10	11	11	12
13	10	11	11	11	12	12	13
14	11	11	11	12	12	13	13
15	12	12	12	12	13	13	14
16	12	12	13	13	14	14	15
17	13	13	13	14	14	15	19
18	13	14	14	14	15	15	19
19	14	14	15	15	15	16	17
<b>20</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>
21	15	15	16	16	17	17	18
22	16	16	16	17	17	18	19
23	16	17	17	17	18	19	20
24	17	17	18	18	19	19	20
25	18	18	18	19	19	20	21

#### 4.6 Avaliação organoléptica

De modo a complementar as análises microbiológicas foi efectuada uma avaliação organoléptica (cheiro, cor e sabor), para detectar e comparar eventuais alterações dos testes e controlo e associá-las às contagens obtidas.

#### **4.7 Análise Estatística**

O tratamento estatístico dos dados obtidos a partir das análises microbiológicas e físico-químicas foi efectuado com o programa SPSS® 17.0. A comparação entre os resultados dos testes e controlo foi efectuada através do Teste T de Student para amostras independentes. Este teste permite comparar médias de uma variável para dois grupos de amostras independentes ou não relacionados, para um determinado nível de significância (que neste caso particular é de 95%), podendo ser utilizado quando o número de amostras analisadas é reduzido (Oliveira, 2009). Os resultados do tratamento estatístico dos dados microbiológicos e físico-químicos obtidos encontram-se nos no Anexo I, Quadros 20 a 25.

## **5. Resultados e Discussão**

### **5.1 Análises Microbiológicas**

#### **5.1.1 Pesquisa de *Listeria monocytogenes***

A pesquisa de microrganismos potencialmente patogénicos, nomeadamente *Listeria monocytogenes*, utilizando as técnicas descritas, foi negativa em todas as análises realizadas aos testes e controlo, o que se traduz na ausência deste microrganismo em 25 g de amostra de fiambre após tranchagem e embalagem. A ausência de microrganismos potencialmente patogénicos no fiambre após estes processos é indicativa da eficiência do tratamento térmico, do cumprimento de boas práticas de higiene e inexistência de contaminações cruzadas.

A *Listeria monocytogenes* é uma bactéria psicrófila potencialmente patogénica vulgarmente encontrada no meio ambiente, particularmente no solo, vegetação em degeneração e como parte integrante da microflora de diversos animais. É um microrganismo cuja presença é mais frequente em alimentos crus, sendo que quando surge em alimento processados é resultado de contaminações cruzadas após o tratamento térmico, durante operações de armazenamento, tranchagem, embalagem e distribuição. A sua presença no produto final traduz-se em sérias consequências para a saúde dos consumidores pois quer as embalagens a vácuo quer as embalagens em atmosfera modificada permitem o seu crescimento e proliferação. De um modo geral, a frequência de detecção de *Listeria monocytogenes* em produtos cárneos cozidos é muito reduzida (Uyttendaele *et al.*, 2004; Alves, Martinez, Lavrador & de Martinis, 2006).

O Regulamento (CE) nº 1441/2007 estabelece a ausência de *Listeria monocytogenes* em 25g como o limite para a categoria de alimentos prontos para consumo susceptíveis de permitir o seu crescimento, antes de deixarem de estar sob o controlo imediato do operador da empresa do sector alimentar que o produziu.

#### **5.1.2 Contagem de *Enterobacteriaceae***

As *Enterobacteriaceae* são uma família de bactérias muito abundante, incluindo uma grande variedade de bactérias potencialmente patogénicas. Diversos membros desta família constituem parte integrante da microflora intestinal de humanos e animais, apesar de também poderem ser encontrados no solo e água. As *Enterobacteriaceae* são bactérias frequentemente utilizadas como indicador de higiene de produtos alimentares de origem animal. A sua presença num produto alimentar após processamento fornece melhores indicações que as

bactérias coliformes acerca do insucesso do tratamento térmico e/ou contaminações cruzadas (Crowley *et al.*, 2005).

A incorporação de 1 ml de inóculo de cada uma das diluições no meio de cultura apropriado e respectiva incubação a 37 °C durante 48 horas não resultou na presença de qualquer colónia detectável de coloração rosa a vermelho. O facto de não ter sido detectado este tipo de microrganismo em todos os controlos e testes produzidos revela também a eficácia do tratamento térmico, o cumprimento de boas práticas de higiene e inexistência de contaminações cruzadas.

### 5.1.3 Contagem de bactérias ácido-láticas

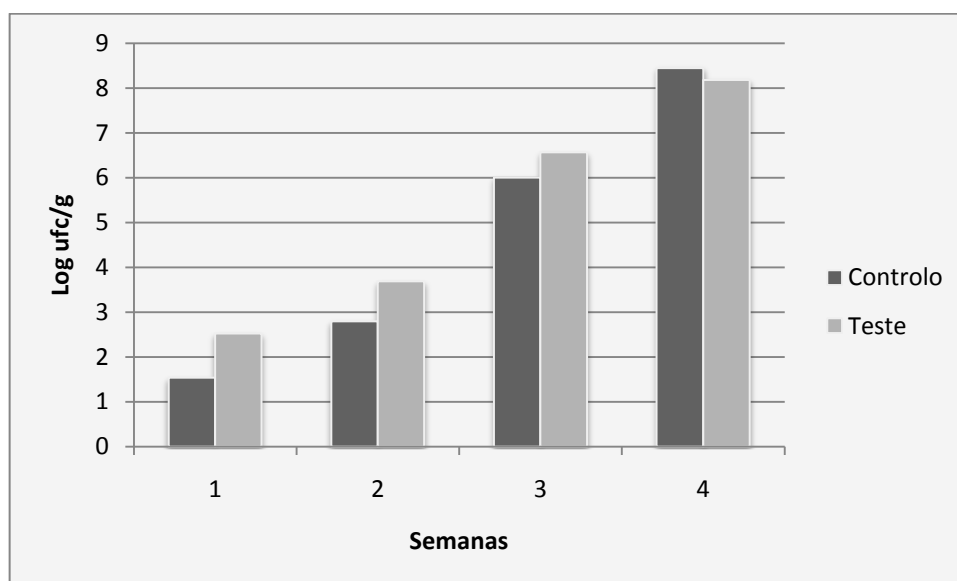
De acordo com os resultados apresentados nos Quadros 11 e 12, e Figuras 16 e 17, e resultados do teste t expressos no Anexo I, Quadros 20 a 25, é possível verificar que não há diferenças significativas entre as contagens de bactérias ácido-láticas do teste e controlo em ambos os ensaios.

As bactérias ácido-láticas constituem a microflora dominante dos produtos cárneos após o processamento térmico (Drosinos, Mataragas, Kampani, Kritikos & Metaxopoulos, 2006). A actividade metabólica das bactérias ácido-láticas resulta numa deterioração dos produtos cárneos curados e/ou cozidos embalados a vácuo ou em atmosfera modificada, que se evidencia através de odor e aroma azedos, desvanecimento da cor, exsudado leitoso e viscoso, e embalagem opada (Samelis, Kakouri, Georgiadou & Metaxopoulos, 1998; Mataragas, Skandamis, Nychas & Drosinos 2007). Num estudo levado a cabo por Mataragas, Drosinos, Vaidanis e Metaxopoulos (2006), as bactérias ácido-láticas provocam deterioração de produtos cárneos quando a sua população atinge 8.3-8.9 log ufc/g. As populações encontradas nunca atingiram valores tão elevados, excepto na quarta semana da primeira avaliação, na qual as amostras não estavam armazenadas a uma temperatura ideal devido a avaria da câmara, e o fiambre já se encontrava bastante alterado.

**Quadro 11** – Médias das contagens de bactérias ácido-láticas (log ufc/g) durante a 1ª avaliação do período de validade.

Semana	Controlo		Teste	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
1	1,5	0,8	2,5	0,2
2	2,8	0,4	3,7	0,2
3	6,0	0,08	6,6	0,2
4	8,4	0,04	8,2	0,3

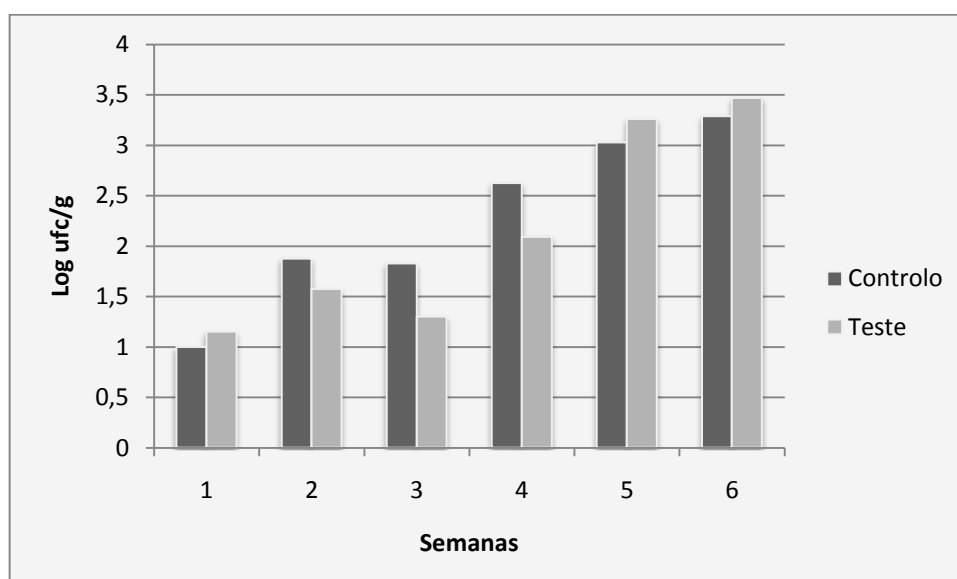
**Figura 16** – Evolução das médias das contagens de bactérias ácido-láticas no controlo e teste, durante a 1ª avaliação do período de validade.



**Quadro 12** – Médias das contagens de bactérias ácido-láticas (log ufc/g) durante a 2ª avaliação do período de validade.

Semana	Controlo		Teste	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
1	1	0	1,2	0,2
2	1,9	0,8	1,6	0,4
3	1,8	0,5	1,3	0,4
4	2,6	0,8	2,1	0,3
5	3,0	0,3	3,3	0,4
6	3,3	0,02	3,5	0,2

**Figura 17** – Evolução das médias contagens de bactérias ácido-láticas no controlo e teste, durante a 2ª avaliação do período de validade.





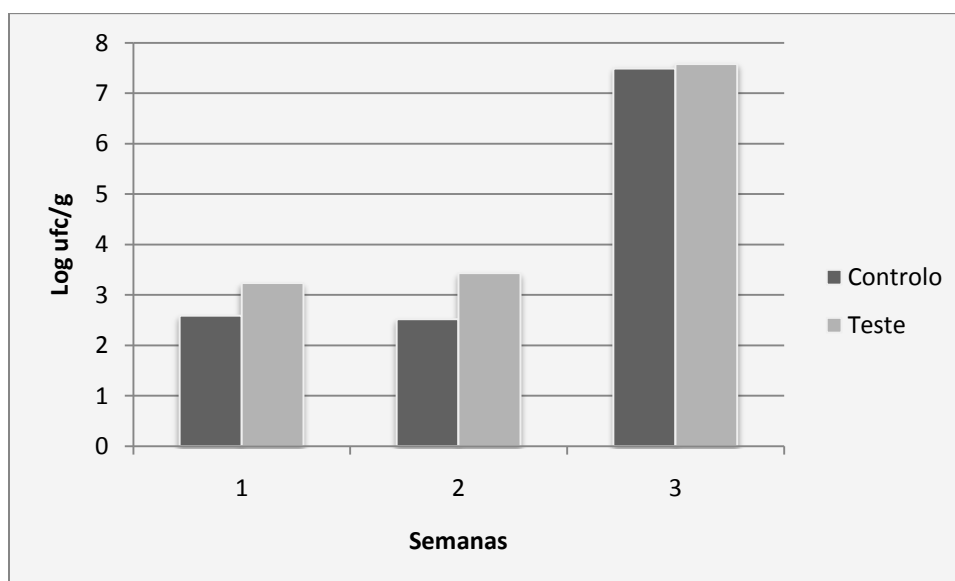
#### 5.1.4 Contagem de microrganismos psicrotróficos

Nos Quadros 13 e 14, e Figuras 18 e 19, encontram-se as médias dos valores das contagens de microrganismos psicrotróficos dos testes e controlos encontrados. As bactérias psicrotróficas são consideradas microrganismos de deterioração presente em carnes cruas, carnes processadas e embaladas em atmosfera modificada, capaz de se desenvolver em condições de refrigeração (Mataragas *et al.*, 2007; Nychas *et al.*, 2008). De acordo com Mataragas *et al.*, (2006), os microrganismos psicrotróficos provocam deterioração de um produto cárneo, afectando o seu período de validade quando a sua população atinge valores entre os 4.3 e 5.1 log ufc/g. Como se pode constatar tais valores nunca foram atingidos com excepção das últimas semanas da primeira avaliação da validade, por razões já referidas. Para além disso também não se verificaram diferenças significativas entre os resultados dos testes e controlos, de acordo com os resultados da análise estatística expressos no Anexo I, Quadros 20 a 25.

**Quadro 13** – Médias das contagens de microrganismos psicrotróficos (log ufc/g) durante a 1ª avaliação do período de validade.

Semana	Controlo		Teste	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
1	2,6	0,2	3,2	0,6
2	2,5	0,7	3,4	0,1
3	7,5	0,02	7,6	0,03

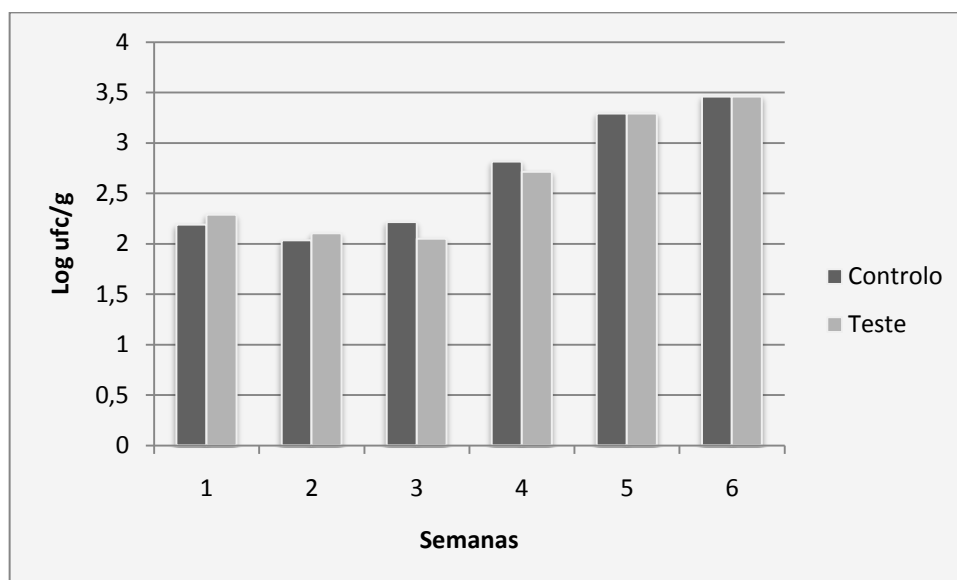
**Figura 18** – Evolução das médias de microrganismos psicrotróficos no controlo e teste, durante a 1ª avaliação do período de validade.



**Quadro 14** – Médias das contagens de microrganismos psicrotróficos (log ufc/g) durante a 2ª avaliação do período de validade.

Semana	Controlo		Teste	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
1	2,2	0,02	2,3	0,05
2	2,0	0,1	2,1	0,3
3	2,2	0,06	2,1	0,4
4	2,8	0,3	3,7	0,4
5	3,3	0,6	3,3	0,4
6	3,5	0,5	3,5	1,1

**Figura 19** – Evolução das médias de microrganismos psicrotróficos no controlo e teste, durante a 2ª avaliação do período de validade.



## 5.2 Análises físico-químicas

### 5.2.1 Determinação do pH

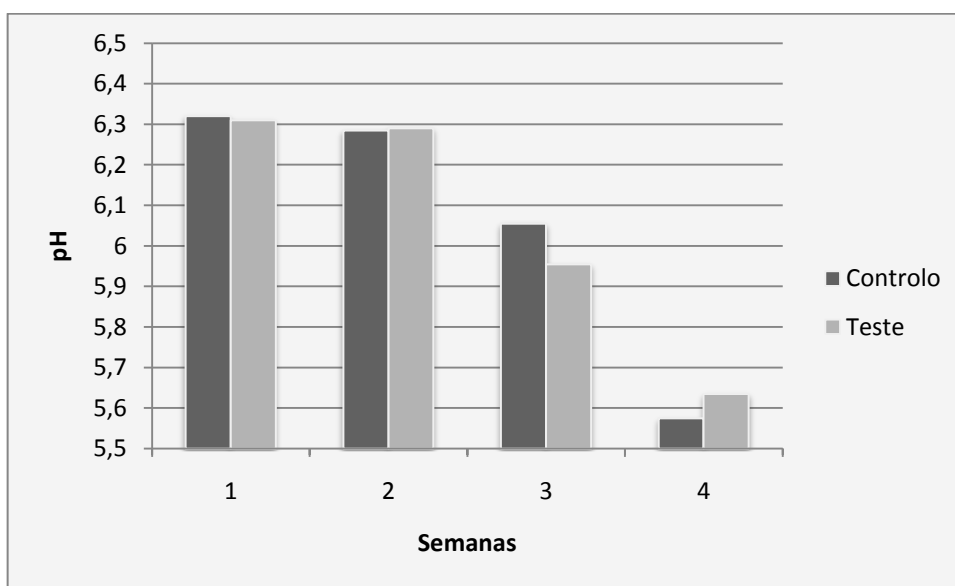
O potencial hidrogeniónico - pH, é a medida que indica o grau de acidez de um alimento e é um factor muito influente no crescimento e metabolismo dos microrganismos. Como diferentes bactérias toleram diferentes valores de pH, este é também responsável por alguma selecção da flora microbiana de um alimento. De um modo geral quanto menor o valor de pH, maior a dificuldade de desenvolvimento dos microrganismos existentes num determinado produto. Contrariamente, os alimentos com pH mais elevado oferecem melhores condições para o desenvolvimento da maioria dos microrganismos. É ainda de salientar que grande parte dos microrganismos potencialmente patogénicos prolifera melhor em produtos com pH neutro (7,0) (Lawrie & Ledward, 2006).

As determinações do valor de pH efectuadas durante os dois períodos em que se avaliou a validade das amostras revelaram a inexistência de diferenças significativas entre o teste e o controlo. No decorrer deste estudo os valores obtidos, presentes nos Quadros 15 e 16 e Figuras 20 e 21, de maneira geral, incluem-se, à excepção das amostras armazenadas na câmara de refrigeração que avariou, no intervalo referido por Tändler (1992), segundo o qual o valor de pH dos produtos cozidos, nomeadamente fiambre, deve estar situado entre os 6.0 e 6.4. Os produtos armazenados na câmara avariada sofreram uma deterioração mais rápida, por estarem sujeitos a temperaturas favoráveis ao crescimento e multiplicação de microrganismos. O aumento do número de bactérias, particularmente bactérias produtoras de ácido láctico, explica as alterações de cor, cheiro e sabor do produto, assim como a descida abrupta do pH após a segunda semana da primeira avaliação do prazo de validade, a partir da qual se suspeita que as condições da câmara não eram as mais apropriadas para o armazenamento de géneros alimentícios. As bactérias ácido-lácticas são consideradas o grupo microbiano mais frequentemente associado à deterioração de produtos cárneos cozidos (Samelis, Kakouri & Rementzis, 2000).

**Quadro 15** – Médias dos valores de pH no teste e controlo durante a 1ª avaliação do período de validade.

Semana	Controlo		Teste	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
1	6,3	0,01	6,3	0,01
2	6,3	0,007	6,3	0
3	6,1	0,007	5,9	0,007
4	5,6	0,04	5,6	0,007

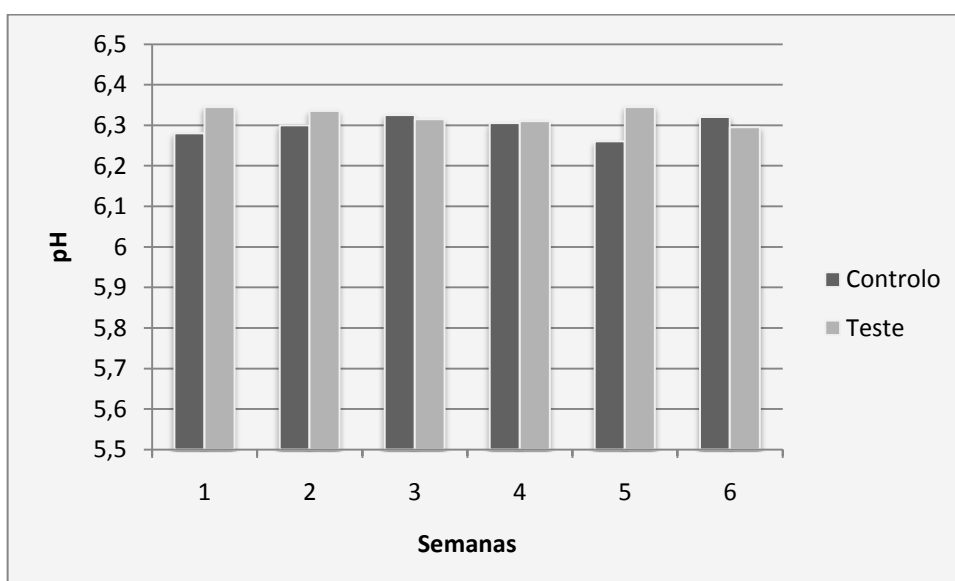
**Figura 20** – Evolução das médias do valor de pH no teste e controlo durante a 1ª avaliação de período de validade.



**Quadro 16** – Médias do valor de pH no teste e controlo durante a 2ª avaliação do período de validade

Semana	Controlo		Teste	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
1	6,3	0,01	6,3	0,007
2	6,3	0	6,3	0,007
3	6,3	0,02	6,3	0,05
4	6,3	0,02	6,3	0,01
5	6,3	0,04	6,3	0,007
6	6,3	0,01	6,3	0,02

**Figura 21** – Evolução das médias do valor de pH no teste e controlo durante a 2ª avaliação de período de validade.



### 5.3 Avaliação organoléptica

Os Quadros 17 e 18 expressam os resultados da avaliação organoléptica semanal levada a cabo pelo executante das análises microbiológicas.

**Quadro 17** – Avaliação organoléptica comparativa do teste em relação ao controlo durante a 1ª avaliação do prazo de validade.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
<b>Cor</b>	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controlo)	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controlo)	Coloração escurecida em ambos (teste e controlo) e presença de exsudado gelatinoso à superfície	Coloração escurecida em ambos (teste e controlo) e presença de exsudado gelatinoso à superfície
<b>Cheiro</b>	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controlo)	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controlo)	Cheiro desagradável em ambos (teste e controlo)	Cheiro desagradável em ambos (teste e controlo)
<b>Sabor</b>	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controlo)	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controlo)	Sabor desagradável, ácido/azedo em ambos (teste e controlo)	Sabor desagradável, ácido/azedo em ambos (teste e controlo)

**Quadro 18** – Avaliação organoléptica comparativa do teste em relação ao controle durante a 2ª avaliação do prazo de validade.

	Semana 1	Semana 2	Semana 3
<b>Cor</b>	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controle)
<b>Cheiro</b>	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controle)
<b>Sabor</b>	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controle)	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controle)	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controle)
	Semana 4	Semana 5	Semana 6
<b>Cor</b>	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cor desagradável (idêntico ao controle)
<b>Cheiro</b>	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controle)	Ausência de cheiro desagradável (idêntico ao controle)
<b>Sabor</b>	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controle)	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controle)	Ausência de sabor desagradável (ligeiramente menos salgado que controle)

## 5.4 Análise Sensorial

No final de cada análise sensorial as folhas de respostas eram recolhidas e corrigidas de acordo com uma chave que associava os códigos das amostras ao produto correspondente. Os resultados de cada análise encontram-se no Quadro 19.

**Quadro 19** – Resultados da análise sensorial a cada um dos testes.

Respostas	Prova		
	Controlo vs Teste 1	Teste 1 vs Teste 2	Controlo vs Teste 3
Correctas	8	6	9
Erradas	12	14	11
<b>Total</b>	20	20	20

### 5.4.1 Interpretação dos Resultados

Em todas as provas efectuadas, o número de respostas correctas obtido foi sempre inferior aos valores tabelados correspondentes a um total de 20 respostas obtidas, ou seja, de acordo com a Norma ISO 10399 (2004) é possível concluir que não existem diferenças significativas entre o controlo e teste 1 na prova 1, entre os testes 1 e 2 na prova 2, e entre controlo e teste 3 na prova 3, para um nível de significância de 95%.

A prova 2, apesar de não utilizar um controlo como referência, constituiu um passo importante para os provadores não se aperceberem da diferença entre o controlo e os testes que em vez de sal refinado tinham SOLO® na sua composição. Isto porque nesta prova, o fiambre formulado com este substituto de sal foi utilizado como referência face ao teste cujas alterações das características organolépticas eram muito perceptíveis por parte dos provadores, pois o KCl confere um sabor amargo e metálico aos alimentos quando empregue no seu fabrico (Ruusunen *et al.*, 2002).

## 6. Conclusão

Do ponto de vista tecnológico, o único problema associado à substituição do cloreto de sódio foi a gelificação da salmoura, por incompatibilidades entre os ingredientes, particularmente os fosfatos, carragenatos e SOLO<sup>®</sup>. A solução encontrada passou por substituir os ingredientes que interagiram com o substituto de sal. Com a utilização de um outro fosfato, a salmoura, apesar de apresentar alguma viscosidade, não gelificou e foi convenientemente absorvida pela carne. Ao longo do resto do processo de fabrico não houve mais nenhuma complicação e mesmo o produto final apresentou uma textura semelhante ao controlo, cuja quantidade de sódio era superior.

As consequências organolépticas da substituição do sódio foram avaliadas através de análise sensorial, nomeadamente um teste duo-trio, no qual os provadores receberam instruções para tentar identificar qual das amostras era idêntica à referência. De acordo com os resultados obtidos das três provas efectuadas foi possível concluir que não existem diferenças significativas entre os testes e controlo, segundo o número de respostas correctas obtidas relativo a 20 provadores, para um nível de significância de 95%.

Finalmente, ao nível da estabilidade microbiológica das amostras, pelos resultados obtidos e respectivo tratamento estatístico foi possível concluir que não existem diferenças significativas entre o controlo e o teste, para os parâmetros microbiológicas e físico-químicos avaliados, pois os valores de significância obtidos no Teste T para amostras independentes foram sempre inferiores a 0,05 (nível de significância), não havendo assim evidência estatística para rejeitar a hipótese nula. Mesmo durante o ensaio no qual as amostras se deterioraram devido a avaria da câmara frigorífica, a taxa de crescimento bacteriano, e respectivas oscilações dos valores de pH, foram muito similares para o teste e controlo. Estes resultados asseguram a estabilidade microbiológica dos produtos cárneos cozidos com substituição parcial de cloreto de sódio por cloreto de potássio, pelo menos para os 45 dias que correspondem ao período de validade comercial.

De acordo com resultados obtidos no decorrer deste projecto foi possível verificar que a formulação de produtos cárneos totalmente isentos de sódio não é possível. A solução passa por reduzir a sua quantidade e substituí-la parcialmente por um composto com as mesmas propriedades. Quando enquadrados numa perspectiva futura de fabrico de géneros alimentícios mais saudáveis, os resultados deste estudo são bastante satisfatórios, pois apesar se ter alcançado uma redução significativa do teor de sódio em fiambre (cerca de 40%), através da sua substituição parcial por cloreto de potássio, é possível diminuir ainda mais a quantidade deste ingrediente com auxílio de aromas artificiais ou intensificadores de sabor,



substâncias que não faziam parte da composição das amostras produzidas neste projecto. A utilização de intensificadores de sabor permite realçar o sabor do sódio presente, mesmo que em quantidades muito reduzidas, tornando imperceptíveis as alterações organolépticas provocadas pela adição de cloreto de potássio, que perante o pouco sódio presente, se torna fundamental para o rendimento, textura e estabilidade microbiológica do produto final.

## Referências Bibliográficas

- Alves, V. F., Martinez, R. C. R., Lavrador, M. A. S. & de Martinis, E. C. P. (2006). Antilisterial activity of lactic acid bacteria inoculated on cooked ham. *Meat Science*, 74, 623-627.
- Baublits, R. T. Pohlman, F. W. Brown Jr., A. H. & Johnson, Z. B. (2006). Effects of enhancement with differing phosphate types, concentrations, and pump rates, without sodium chloride, on beef *biceps femoris* instrumental color characteristics. *Meat Science*, 72, 503-512.
- Biesalski, H. K. (2005). Meat as a component of a healthy diet – are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet? *Meat Science*, 70, 509-524.
- Boles, J. A. & Swan, J. E. (2002). Heating method and final temperature affect processing characteristics of beef semimembranosus muscle. *Meat Science* 62, 107–112.
- Branen, A. L., Davidson, P. M., Salminen, S. & Thorngate, J. H. (2001). *Food additives Revised and Expanded*. (2<sup>nd</sup> ed). New York: Marcel Dekker, Inc.
- Brody, T. (1999). *Nutricional Biochemistry*. (2<sup>nd</sup> ed.). United States of America: Academic Press.
- Calkins, C. R. & Hodgen, J. M. (2007). A fresh look at meat flavor. *Meat Science* 77, 63 – 80.
- Carpenter, R. P., Lyon, D. H., Hasdell, T. A. (2000). *Guidelines for sensorial analysis in food products development and quality control*. Maryland: Aspen Publishers, Inc.
- Cassens, R. G. (1994). *Meat preservation: preventing losses and assuring safety*. United States of America: Food & Nutrition Press, Inc.
- Cheng, Q. & Sun, D. W. (2007). Effect of cooking bag and netting packaging on the quality of pork ham during water cooking. *Meat Science*, 75, 243-247.
- Cierach, M., Modzelewska-Kapitula, M. & Szacilo, K. (2009). The influence of carrageenan on the properties of low-fat frankfurters. *Meat Science*, 82, 295-299.
- Coles, R., McDowell, D. & Kirwan, M., J. (2003). *Food packaging technology*. Boca Raton: CRC Press.
- Crowley, H., Cagney, C., Sheridan, J. J., Anderson, W., McDowell, D. A., Blair, I. S., Bishop, R. H. & Duffy, G. (2005). *Enterobacteriaceae* in beef products from retail outlets in the Republic of Ireland and comparison of the presence and counts of *E. coli* O157:H7 in these products. *Meat Science*, 22, 409-414.
- Decreto – Lei nº 560/99 de 18 de Dezembro, Diário da República nº 293 de 18-12-1999, I Série-A.
- Delahunty, C. M., McCord, A., O'Neill, E. E. O. & Morrissey, P. A. (1997). Sensory Characterisation of cooked hams by untrained consumers using free-choice profiling. *Food and Quality Preference*, 8, 381-388.

- Desmond, E. (2006). Reducing salt: A challenge for the meat industry. *Meat Science*, 74, 188-196.
- Desmond, E. M., Kenny, T. A. & Ward, P. (2002). The effect of injection level and cooling method on the quality of cooked ham joints. *Meat Science*, 60, 271-277.
- Desmond, E. M., Kenny, T. A., Ward, P., & Sun D. W. (2000). Effect of rapid and conventional cooling methods on the quality of cooked ham joints. *Meat Science* 56, 271–277.
- Devlieghere, F., Geeraerd, A. H., Versyck, K. J., Vanderwaetere, B., Van Impe, J. & Debevere, J. (2001). Growth of *Listeria monocytogenes* in modified atmosphere-packed cooked meat products. *Food Microbiology*, 18, 53-60.
- Drosinos, E. H., Mataragas, M., Kampani, A., Kritikos, D. & Metaxopoulos, I. (2006). Inhibitory effect of organic acid salts on spoilage flora in culture medium and cured cooked meat products under commercial manufacturing conditions. *Meat Science*, 73, 75-81.
- Dušek, M., Kvasnička, F., Lukášková, L. & Krátká, J. (2003). Isotachophoretic determination of added phosphate in meat products. *Meat Science*, 65, 765-769.
- Farmer, L. J. & Patterson, R. L. S. (1991). Compounds contributing to meat flavour. *Food Chemistry* 40, 201 – 205.
- Feiner, G. 2006. *Meat products handbook*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Fernandes, R. (2009). *Microbiology handbook: Meat Products*. United Kingdom: Leatherhead Publishing.
- Freixanet, L. (n.d.a). Manual de utilização técnica – metalquímica: Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero IV: Embutición y moldeo. España.
- Freixanet, L. (n.d.b). Manual de utilização técnica – metalquímica: Aditivos e ingredientes en la fabricacion de produtos carnicos cocidos de músculo entero. España.
- Frey, W. (1995). *Fabricación fiable de embutidos*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- García-Esteban, M., Ansorena, D. & Astiasarán, I. (2004). Comparison of modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period storage of dry-cured ham: effects on colour, texture and microbiological quality. *Meat Science*, 67, 57-63.
- Garret, R. H. & Grisham, C. H. (2010). *Biochemistry*. (4<sup>th</sup> ed.). Canada: Brooks/Cole, Cengage Learning.
- Genderen, E. V., Gensenmer, R., Smith, C., Santore, R. & Ryan, A. (2007). Evaluation of the Biotic Ligand Model relative to other site-specific criteria derivation methods for copper in surface waters with elevated hardness. *Aquatic Toxicology*, 84, 279-291.
- Guillard, A. S., LeQuere, J. L. & Vendeuvre, J. L. (1997). Emerging research approaches benefit to the study of cooked cured ham flavour. *Food Chemistry* 59, 567–572.

- Honikel, K. O. (2008). The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Science*, 78, 68-76.
- Holman, J. & Stone, P. (2001). *Chemistry*. (2<sup>nd</sup> ed.) United Kingdom: Nelson Thornes Ltd.
- Hui, Y. H. (Ed.). (2006). *Handbook of Food Science, Technology, and Engineering*. Volume 1 e 2. CRC Press, Taylor and Francis Group. New York.
- ISO/DIS 5492 (1985). Sensory analysis. Vocabulary. International Organization for Standardization. Switzerland.
- ISO 6658 (1985). Sensory analysis. Methodology. General guidance. International Organization for Standardization. Switzerland.
- ISO 11290 – 1 (1996). Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the detection and enumeration of *Listeria monocytogenes*. International Organization for Standardization. Switzerland.
- ISO 15214 (1998). Microbiology of food and animal feeding stuffs. Horizontal method for the enumeration of mesophilic lactic acid bacteria. Colony-count technique at 30 °C. International Organization for Standardization. Switzerland.
- ISO 10399 (2004). Sensory analysis. Methodology. Duo-trio test. International Organization for Standardization. Switzerland.
- Jacobsen, M. & Bertelsen, G. (2002). The use of CO<sub>2</sub> in packaging of fresh meats and its effect on chemical quality changes in the meat. *Journal of Muscle Foods*, 13, 143-168.
- Jiménez-Colmenero, F., Carballo, J. & Cofrades, S. (2001). Healthier meat and meat products: their role as functional foods. *Meat Science*, 59, 5-13.
- Junqueira, L. C. & Carneiro, J. (2004). *Histologia Básica*. (10<sup>a</sup> ed.) Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A.
- Lachowicz, K., Sobczak, M., Gajowiecki, L. & Zych A. (2003). Effects of massaging time on texture, rheological properties, and structure of three pork ham muscles. *Meat Science*, 63, 225-233.
- Lagares, J. (2006) Manual de utilização técnica – metalquimia: Proceso de fabricación de productos cárnicos cocidos de músculo entero IV: Cocción. España.
- Lawrie, R. A. & Ledward, D. A. (2006). *Lawrie's Meat Science*. Seventh Edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Mancini, R. A., Hunt, M. C., Seyfert, M., Kropf, D. H. Hachmeister, K. A., Herald, T. J. & Johnson, D. E. (2007a). Comparison of ascorbic acid and sodium erythorbate: Effects on the 24h display colour of beef lumbar vertebrae and *longissimus lumborum* packaged in high-oxygen modified atmospheres. *Meat Science*, 75, 39-43.
- Mancini, R. A., Hunt, M. C. Seyfert, M. Kropf, D. H. Hachmeister, K. A. Herald, T. J. & Johnson, D. E. (2007b). Effects of ascorbic and citric acid on beef lumbar vertebrae marrow colour. *Meat Science*, 76, 568-573.

- Martins, C. (1995). *Aditivos na indústria de carnes*. Trás-os-Montes e Alto Douro: Sector Editorial dos SDE.
- Mataragas, M., Drosinos, E. H., Vaidanis, A. & Metaxopoulos, I. (2006). Development of a predictive model for spoilage of cooked cured meat products and its validation under constant and dynamic temperature storage conditions. *Journal of Food Science*, 71, 157–167.
- Mataragas, M., Skandamis, P., Nychas, G. J. E. & Drosinos, E. H. (2007). Modeling and predicting spoilage of cooked, cured meat products by multivariate analysis. *Meat Science*, 77, 348-356.
- McMillin, K. W. (2008). Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science*, 80, 43-65.
- Meilgaard, M. C. Civille, G. V., Carr, B. T. (2007). *Sensory evaluation techniques*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Mielnik, M., B., Aaby, K. & Skrede, G. (2003). Commercial antioxidants control lipid oxidation in mechanically deboned turkey meat. *Meat Science*, 65, 1147-1155.
- Møller, J. K. S. & Skibsted, L. H. (2002). Nitrite oxide and myoglobins. *Chemical Reviews*, 102, 1167-1178.
- Møller, J. K. S., Jensen, J. S., Olsen, M. B., Skibsted, L. H. & Bertelsen, G. (2000). Effect of residual oxygen on color stability during chill storage of sliced pasteurized ham packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 54, 399-405.
- Nollet, L. M. L. & Toldrá, F. (2006). *Advanced technologies for meat processing*. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- NP-3005 (1985). Microbiologia alimentar. Preparação das diluições para análise microbiológica. Instituto Português da Qualidade. Lisboa.
- NP-2307 (1987). Microbiologia alimentar. Regras gerais para a contagem de microrganismos psicrotróficos. Instituto Português de Qualidade. Lisboa.
- NP-2079 (1989). Microbiologia alimentar. Regras gerais para análise microbiológica. Instituto Português de Qualidade. Lisboa.
- NP-3441 (1990). Carnes, derivadas e produtos cárneos. Determinação do pH. Processo de referência. Instituto Português da Qualidade. Lisboa.
- NP 4137 (1991). Microbiologia alimentar. Regras gerais para a determinação de *Enterobacteriaceae* sem revitalização. Técnicas do número mais provável (NMP) e de contagem de colónias. Instituto Português de Qualidade. Lisboa.
- NP-4393 (2001). Fiambre. Definição e características. Instituto Português da Qualidade. Lisboa.
- Nychas, G. J. E., Skandamis P. N., Tassou, C. C. & Koutsoumanis, K. P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat Science*, 78, 77-89.

- O'Neill, D. J., Lynch, P. B., Troy, D. J., Buckley, D. J. & Kerry, J. P. (2003). Effects of PSE on the quality of cooked hams. *Meat Science*, 64, 113-118.
- Oliveira, A., G., (2009). *Bioestatística, Epidemiologia e Investigação*. Lousã: Lidel – edições técnicas.
- Oliveira, J., Wächter, P. H. & Azambuja, A. A. (2002). *Biofísica para ciências médicas*. Porto Alegre: Edipucrs.
- Parker, R. (2003). *Introduction to Food Science*. United States of America: Delmar, Thompson Learning, Inc.
- Parra, V., Viguera, J., Sánchez, J., Peinado, J., Espárrago, F., Gutierrez, J. I. & Andrés, A. I. (2010). Modified atmosphere packaging and vacuum packaging for long period chilled storage of dry-cured Iberian ham. *Meat Science*, 84, 760-768.
- Pérez-Dube, D. & Andújar-Robles, G. (2000). Cambios de coloración de los productos cárnicos. *Revista Cubana Alimentación y Nutrición*, 14:2, 114-123.
- Pérez-Rodríguez, F., Valero, A., Todd, E. C. D., Carrasco, E., García-Gimeno, R. M. & Zurera, G. (2007). Modeling transfer of *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* during slicing of a cooked meat product. *Meat Science*, 76, 692-699.
- Prändl, O., Fischer, A., Schmidhofert, T. & Sinell, H. J. (1994). *Tecnología e hygiene de la carne*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- Price, J. F. & Schweigert, B. S. (1994). *Ciencia de la carne y de los productos carnicos*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.
- Ranken, M. D. (2003). *Manual de industrias de la carne*. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa.
- Regulamento (CE) n.º 1441/2007 da Comissão de 5 de Dezembro que altera o Regulamento (CE) n.º 2073/2005 relativo a critérios microbiológicos aplicáveis aos géneros alimentícios. *Jornal Oficial da União Europeia* n.º L 322/12.
- Resurreccion, A. V. A. (2003). Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. *Meat Science*, 66, 11-20.
- Ruusunen, M. & Puolanne, E. (2005). Reducing sodium intake form meat products. *Meat Science*, 70, 531-541.
- Ruusunen, M., Nemiöstö, M. & Puolanne, E. (2002). Sodium reduction in cooked meat products by using commercial potassium phosphate mixtures. *Agricultural and Food Science in Finland*, 11, 199-207.
- Ruusunen, M., Vainionpää, J., Lyly, M., Lähtenmäki, L., Niemistö, M., Ahvenainen, R. & Puolanne, E. (2005). Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. *Meat Science*, 69, 53-60.
- Samelis, J., Kakouri, A. & Rementzis, J. (2000). Selective effect of the product type and the packaging conditions on the species of lactic acid bacteria dominating the spoilage microbial association of cooked meats at 4 °C. *Food Microbiology*, 17, 329-340.

Samelis, J., Kakouri, A., Georgiadou, K. & Metaxopoulos, J. 1998. Evaluation of the extend and type of bacterial contamination at different stages of processing of cooked ham. *Journal of Applied Microbiology*, 84, 649-660.

Schirmer, B. C. & Langsrud, S. (2010). A dissolving CO<sub>2</sub> headspace combined with organic acids prolongs the shelf-life of fresh pork. *Meat Science*, 85, 280-284.

Sebranek, J. G. & Bacus, J. N. (2007). Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Science*, 77, 136-147.

Smith, J. & Shum, L. H. (2003). *Food additives databook*. Oxford: Blackwell Science Ltd.

Tarté, R. (2009). *Ingredients in Meat Products: properties, functionalities and applications*. New York: Springer Science + Business Media, LLC.

Teixidor, M., X. (n.d.). Manual de utilização técnica – metalquimia: Processo de fabricação de produtos carnicos cocidos de músculo inteiro III: Masaje. España.

Toldrá, F. (2010). *Handbook of Meat Processing*. United States of America: Blackwell Publishing.

Tornberg, E. (2005). Effects of heat on meat proteins – Implications on structure and quality of meat products. *Meat Science*, 70, 493-508.

Uyttendaele, M., Rajkovic, A., Benos, G. François, K., Devlieghere, F. & Devere, J. (2004). Evaluation of a challenge testing protocol to assess the stability of ready-to-eat cooked meat products against growth of *Listeria monocytogenes*. *International Journal of Food Microbiology*, 90, 219-236.

Válková, V., Saláková, A., Butchová, H. & Tremlová, B. (2007). Chemical, instrumental and sensory characteristics of cooked pork ham. *Meat Science*, 77, 608-615.

Vandendriessche, F. (2008). Meat products in the past, today and in the future. *Meat Science*, 78, 104-113.

Varnam, A. H. & Sutherland, J. P. (1995). *Meat and Meat Products: technology, chemistry and microbiology*. London: Chapman & Hall.

Verbeken, D., Neirinck, N., Van Der Meeren, P. & Dewettinck, K. (2005). Influence of κ-carrageenan on the thermal gelation of salt-soluble meat proteins. *Meat Science*, 70, 161-166.

Viegas, C. (2009). Consumo de sal numa escola de hotelaria. *Segurança e Qualidade Alimentar*, 6, 34-38.

Viljoen, H. F., Kock, H. L. & Webb, E. C. (2002). Consumer acceptability of dark firm and dry (DFD) and normal pH beef stakes. *Meat Science*, 61, 181-185.

Wirth, F. (1992). *Tecnologia de los embutidos escaldados*. Zaragoza: Editorial Acribia, S.A.

Xargayó, M. & Lagares J. (n.d.). Manual de utilização técnica – metalquimia: Modernizando la industria: Masajeo computerizado de la carne. España.

Zhang, X., Kong, B. & Xiong, Y., L. (2007). Production of cured meat color in nitrite-free Harbin red sausage by *Lactobacillus fermentum* fermentation. *Meat Science*, 77, 593-598.



## **ANEXOS**

## ANEXO I

**Quadro 20** – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 1ª semana das avaliações do período de validade.

Parâmetro	Fórmula	N.º Amostras	Significância
Bactérias ácido-láticas	C/ Sal	4	,287
	S/ Sal	4	,294
Bactérias Psicotróficas	C/ Sal	4	,314
	S/ Sal	4	,335
pH	C/ Sal	4	,157
	S/ Sal	4	,158

**Quadro 21** – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 2ª semana das avaliações do período de validade.

Parâmetro	Fórmula	N.º Amostras	Significância
Bactérias ácido-láticas	C/ Sal	4	,699
	S/ Sal	4	,702
Bactérias Psicotróficas	C/ Sal	4	,337
	S/ Sal	4	,343
pH	C/ Sal	4	,203
	S/ Sal	4	,230

**Quadro 22** – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 3ª semana das avaliações do período de validade.

Parâmetro	Fórmula	N.º Amostras	Significância
Bactérias ácido-láticas	C/ Sal	4	,994
	S/ Sal	4	,994
Bactérias Psicotróficas	C/ Sal	4	,987
	S/ Sal	4	,987
pH	C/ Sal	4	,689
	S/ Sal	4	,690

**Quadro 23** – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 4ª semana das avaliações do período de validade.

Parâmetro	Fórmula	N.º Amostras	Significância
Bactérias ácido-láticas	C/ Sal	4	,876
	S/ Sal	4	,876
Bactérias Psicotróficas	C/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,815
	S/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,817
pH	C/ Sal	4	,914
	S/ Sal	4	,914

**Quadro 24** – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 5ª semana da 2ª avaliação do período de validade.

Parâmetro	Fórmula	N.º Amostras	Significância
Bactérias ácido-láticas	C/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,583
	S/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,584
Bactérias Psicotróficas	C/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,799
	S/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,801
pH	C/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,108
	S/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,208


**Quadro 25** – Resultados do Teste T para amostras independentes relativos à 6ª semana da 2ª avaliação do período de validade.

Parâmetro	Fórmula	N.º Amostras	Significância
Bactérias ácido-láticas	C/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,359
	S/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,444
Bactérias Psicotróficas	C/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,540
	S/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,564
pH	C/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,300
	S/ Sal	2 <sup>(1)</sup>	,316

<sup>1</sup> O número de amostras submetido a análise é inferior devido à avaria da câmara onde estavam armazenadas as amostras durante a 1ª avaliação da validade.

## ANEXO II

**Figura 22** – Resultados da determinação de sódio do controlo por fotometria de chama.

**Segurança Alimentar**  
Telef: 232 817 817  
Fax: 232 817 819

**LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS**  
**Controlvet Segurança Alimentar SA.**  
Zona Industrial de Tondela ZIM II, Lotes 2 e 6 3460-070 Tondela  
No. de Análise: QA / 1211 / 10  
Data Colheita: 03-02-2010  
Data Receção: 03-02-2010  
Data Início Ensaio: 04-02-2010  
Data Fim Ensaio: 11-02-2010  
Código Cliente: 0686

Relatório n. 12884 / 10 Pg 1/1  
Data de Emissão: 12-02-2010

Exmo(s) Sr(s):  
Sapropor - Produtos Alimentares, S.A.  
Av. de Olivença  
2870 Montijo

Unidade: Sapropor - Produtos Alimentares, S.A.

Identificação da Amostra: **9482 / 10**  
Produto: Fiambre  
Referência: Controlo 2  
Acondicionamento: emb. própria

Ensaio	Método	Resultado	Unidade
Sódio	MI-LAQ-75-02	0.91	g/100g

Lista de abreviaturas: NE- Número estimado; UFC- Unidades formadoras de colónias; LQ – Limite de quantificação; LD – limite de detecção; V.L. – Valor Limite; V.R. – Valor Recomendado; VP - Valor Paramétrico; C - Conforme; A - Aceitável; NC - Não Conforme; Unid. - Unidade.


O ensaio assinalado com (s) foi subcontratado e não é acreditado.  
O ensaio assinalado com (a) foi subcontratado e é acreditado.

Este Relatório de Ensaio refere-se apenas às amostras analisadas.  
Proibida a reprodução parcial deste documento.



Técnica Superior de Laboratório  
Elsa Catarina Cancele

**Figura 23** – Resultados da determinação de sódio do teste 3 por fotometria de chama



**Segurança Alimentar**  
Telef: 232 817 817  
Fax: 232 817 819

Relatório n. 12883 / 10 Pg 1/1

**LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS**  
**Controlvet Segurança Alimentar SA.**  
 Zona Industrial de Tondela ZIM II, Lotes 2 e 6 3460-070 Tondela  
 Data de Emissão: 12-02-2010

No. de Análise: QA / 1210 / 10 Data Colheita: 03-02-2010 Data Receção: 03-02-2010 Data Inicio Ensaio: 04-02-2010 Data Fim Ensaio: 11-02-2010 Código Cliente: 0686	Exmo(s) Sr(s): Sapropor - Produtos Alimentares, S.A. Av. de Olivença  2870 Montijo
--	--


Unidade: Sapropor - Produtos Alimentares, S.A.

Identificação da Amostra: 9481 / 10

Produto: Fiambre Referência: Teste 2	Acondicionamento: emb. própria
---	--------------------------------

Ensaio	Método	Resultado	Unidade
Sódio	MI-LAQ-75-02	0.54	g/100g

Lista de abreviaturas: NE- Número estimado; UFC- Unidades formadoras de colónias; LQ – Limite de quantificação; LD – limite de detecção; V.L. – Valor Limite; V.R. – Valor Recomendado; VP - Valor Paramétrico; C - Conforme; A - Aceitável; NC - Não Conforme; Unid. - Unidade.  
 O ensaio assinalado com (s) foi subcontratado e não é acreditado.  
 O ensaio assinalado com (a) foi subcontratado e é acreditado.  
 Este Relatório de Ensaio refere-se apenas às amostras analisadas.  
 Proibida a reprodução parcial deste documento.


---

Técnica Superior de Laboratório  
Elsa Catarina Cancela

Mod 201.15

Documento Processado por Computador

## ANEXO III

**Figura 24** – Ficha de resposta utilizada nos testes duo-trio.

SAPROPOR – Produtos Alimentares, SA  
Direcção Qualidade

### TESTE DUO-TRIO

NOME.....Código ..... DATA .... / .... / .....

*À sua frente tem três amostras. Comece com a referência, prove as duas amostras e assinale o código da amostra idêntica à referência. Pode repetir a prova. Se não encontrar diferenças, indique o melhor palpite, mesmo que incerto.*

Passe a boca por água entre amostras.

Ref.

Comentários

---

---

---

---

Obrigado pela colaboração

## ANEXO IV

**Figura 25** – Ficha técnica da mistura de gases utilizada nas embalagens de atmosfera modificada.

### ESPECIFICAÇÕES DOS GASES \*

\* Conforme Catálogo de Gases S.P.A.L. (REV.8 de 22.07.2005)

NOME S.P.A.L.	COMPOSIÇÃO			TEOR DE IMPUREZAS		PRESSÃO MÁX. Condicionamento a 15° C (bar)
	constituintes	pureza (min.)		constituintes	ppm (máx.)	
ALIGAL 13	Azoto - N <sub>2</sub> Dióxido de Carbono – CO <sub>2</sub>	70 % 30 %	± 3%	H <sub>2</sub> O CnHm CH <sub>4</sub> O <sub>2</sub> CO NO + NO <sub>2</sub> S total	50 30 20 20 10 10 0,5	200

## ANEXO V

**Figura 26** – Informação técnica do substituto SOLO®.

The image is a screenshot of the SOLO website. At the top, there is a blue banner with the SOLO logo (a stylized bird) and the text "60% Less Sodium than Salt... 100% of the flavour you LOVE!". Below the banner is a navigation menu on the left with links: Home, The company, What is SOLO?, SOLO "taste test", Health & nutrition, SOLO retail, SOLO industrial, Applications (Bakery, Cured salmon, Dairy, Meat & bacon, Cooked Ham, Poultry, Snacks, Vegetables), Technical data (Introduction, Prepared foods, Diabetes info), Contact us, and Sitemap. The main content area is titled "Technical data - Introduction" and contains the following text:

**SOLO® - a 60% sodium reduced sea salt**

There is considerable interest today in declaring the sodium content of food and possible ways of reducing it.

The human body requires 3-5g of ordinary salt (sodium chloride NaCl) per day. In our part of the World, however, 10 -15g per day or more is often consumed as a total of the industrially produced foods together with that used in household preparation and cooking.

This Low Sodium Sea Salt (SOLO®) provides the food industry and the consumer with the possibility of reducing significantly (60%) the sodium intake whilst retaining practically the same taste and functionality as with ordinary salt. Furthermore this salt contains the vital minerals: potassium and magnesium as well as trace elements.

It contains only 41% Sodium Chloride (compared with 99% in ordinary salt), SOLO® contains vital minerals: 41% Potassium Chloride and 17% Magnesium Salts besides trace minerals.

Another advantage of replacing NaCl with SOLO® would be an increase in potassium and magnesium while lowering the sodium. There appears to be a nutritional advantage in reducing the Na:K ratio. The US Food & Nutrition Board suggests an optimal ratio of 0.58.



## ANEXO VI

Figura 27 – Ficha técnica do Pentafos P.



# P ENTAFOS P

### APLICAÇÃO E DOSAGEM DE EMPLEO

PENTAFOS P aplica-se dissolvida na salmoura de injeção e para uma preparação correcta da mesma, deve-se dissolver em primeiro lugar com toda a água fria da salmoura e quando já estiver totalmente dissolvida, adicionar o resto dos componentes, já que a presença de outros sais dificulta a solubilização dos fosfatos.

Dosagem:  
4-5 g/Kg de massa total.

### DESCRIÇÃO

Composição de fosfatos alimentares para a preparação de salmouras de injeção e de absorção (lombro da perna e do pé, filete olinbrado, etc.). A sua composição está estudada para obter uma baixa viscosidade e fácil solubilização na salmoura e para favorecer ao máximo a retenção de sucos durante a cozedura.

A carne tem capacidade natural de fixar, reter água e gordura. As proteínas da carne são responsáveis desta propriedade, mas nem todas as proteínas são igualmente eficazes, já que realmente só actuam as que se encontram em forma solúvel. De todos elas, a actina e a miosina são as que têm um papel muito importante.

Com a adição de fosfatos, que actuam sobre o complexo actinmiosina, consegue-se aumentar extraordinariamente a solubilização das proteínas cárneas, obtendo-se os seguintes efeitos nos elaborados:

- Redução das quebras durante a cozedura, aumentando não só o rendimento mas também melhorando a sua succulência.
- Melhoria da tgação, tanto nos elaborados cozidos como nos curados, com o que favorece a aparência ao corte.
- Ajuda o emulsionar as gorduras, obtendo-se elaborados mais estáveis.

Cada um dos componentes deste produto cumpre as normas e prescrições da FAO/OMS, da CE, da FDA (CFR) e os do FCC. No entanto, recomendamos que o utilizador se assegure das disposições legais em vigor no país onde o preparado vai ser consumido.

O produto é composto de:  
• ESTABILIZADORES (E-451 i E-450 v).

### CARACTERÍSTICAS

Riqueza total: (em fosfatos)	Mín. 99%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> :	56-59%
pH a 1%:	8,9-9,3
Arsenico (As):	Max. 2 ppm
Fluoretos (F):	Max. 20 ppm
Chumbo (Pb):	Max. 10 ppm

### APRESENTAÇÃO E CONSERVAÇÃO

Saco de papel multi-linhas, saco interior de polietileno, 25 Kg peso líquido.  
Armazenar ao abrigo do calor e da humidade, de preferência a uma temperatura inferior a 25°C e ao redor de 65% de humidade relativa.  
Direção final de utilização (DUO): este produto, conservado nas condições acima descritas e na sua embalagem original fechada, mantém as suas propriedades iniciais durante 2 anos como máximo.

Figura 28 – Ficha técnica do STPP.


F.DUARTE

## FICHA TÉCNICA

F. DUARTE, S.A.  
Apartado 173  
2636-902 Rio de Mo  
(Portugal)  
Tel + 351-21916882  
Fax + 351-21816082

Produto	<b>STPP(Tripolifosfato de Sódio)</b>		
Artigo	7018		
Descrição	Pó fino, branco, ligeiramente higroscópico.		
	Fórmula - $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$		
	Massa molecular - 367.9		
	CAS Index Name - Sal pentasódico do ácido trifosfórico.		
	Grau alimentar de acordo com FCC (IV)		
Aplicação	Produtos cárnicos, pescado, vet.		
Pureza	Mínimo 95,0% como $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$		
Estatuto Legal	O STPP Tripolifosfato de sódio,FG encontra-se referenciado pelo número E451i. (Directiva 98/72/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 15 de Outubro de 1998/ Dec. Lei 363/98 de 19 de Novembro).		
Análise			
Físico/Química	Perda por secagem	- Máx.	0,7%(1h,105°C)
	Matérias insolúveis	- Máx.	0,1%
	$\text{P}_2\text{O}_5$	- Mín.	57,0%
	pH (1% $\text{H}_2\text{O}$ )	-	9.5 - 10.1
Contaminantes			
	Metais Pesados (as Pb)	- Máx.	10 ppm
	Chumbo	- Máx.	4 ppm
	Arsénio	- Máx.	3 ppm
	Fluoretos ( as F)	- Máx.	10 ppm
	Cádmio	- Máx.	1 ppm
	Mercúrio	- Máx.	1 ppm
Embalagem	Sacos de rafia com polietileno no interior Peso = 25 Kg.		
Armazenagem	Conservar em lugar seco e fresco, ao abrigo da luz solar, em sacos herméticamente fechados.		
Manuseamento	O STPP Tripolifosfato de sódio deverá ser manuseado de acordo com as normas de boa higiene alimentar.		
Validade	36 meses sobre a data de fabrico.		

VERSÃO : 2 (Anula as anteriores)  
DATA : 03 / 04 / 2008

Elaborado  
e Aprovado por :  Pag.1/2